

STRADA STATALE 4 "VIA SALARIA"
**Adeguamento della piattaforma stradale e messa in
sicurezza dal km 56+000 al km 64+000**
Stralcio 1 da pk 0+000 a pk 1+900

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **RM368**

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGER S.p.A. (capogruppo mandataria)
PROGIN S.p.A.
S.I.N.A. S.p.A. – BRENG S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli n. 23799

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



IL GEOLOGO:
Dott. Geol. Gianluca PANDOLFI ELMI (Progin S.p.A.)
Ordine dei Geologi Regione Umbria n. 467



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)



VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
Dott. Ing. Paolo NARDOCCI



PROTOCOLLO

DATA

_____ 202_

PROGETTO OPERE D'ARTE MINORI- OPERE DI SOSTEGNO

Relazione tecnica e di calcolo Muro di sostegno in Dx da pk 0+032 a pk 0+156

CODICE PROGETTO

NOME FILE
T01OS01STRRE01C

REVISIONE

SCALA:

D	P	R	M	3	6	8	E	2	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

CODICE
ELAB.

T	0	1	O	S	0	1	S	T	R	R	E	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

C

-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
C	Emissione a seguito di validazione e istruttoria ANAS	Febbraio 2024	V. Ricciardi	P. Valente	L. Infante
B	Emissione a seguito istruttoria ANAS	Aprile 2023	V. Ricciardi	P. Valente	L. Infante
A	Prima emissione	09-2022	V. Ricciardi	P. Valente	L. Infante

Sommario

1	<i>PREMESSA</i>	1
1.1	Descrizione dell'opera	2
2	<i>DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO</i>	6
2.1	Elaborati di riferimento	6
3	<i>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI</i>	7
3.1	Calcestruzzo per Muri	7
3.2	Calcestruzzo per pali	7
3.3	Acciaio per calcestruzzo armato	8
4	<i>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA</i>	9
4.1	Stratigrafia muro tipologico A0-A1-B1	9
4.2	Stratigrafia muri tipologici C1 e D1	10
4.3	Stratigrafia muri tipologici E1	11
4.4	Terreno di riempimento e rinterro	12
4.5	Vita nominale e classe d'uso	12
4.6	Parametri di pericolosità sismica	12
5	<i>CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE</i>	16
5.1	Metodo agli stati limite ed approcci di progetto	16
5.2	Criteri di analisi e verifica dei muri di sostegno	18
5.3	Prescrizioni generali per le verifiche in fase sismica	20
5.4	Prescrizioni generali per le verifiche dovute a carichi eccezionali	21
6	<i>CRITERI DI ANALISI E VERIFICHE DELLE OPERE</i>	22
6.1	Verifiche geotecniche	22
6.1.1	Verifica allo scorrimento	22
6.1.2	Verifica a ribaltamento	23
6.1.3	Verifica di stabilità globale	23

6.1.4	Calcolo dei cedimenti (sle).....	24
6.1.5	Calcolo degli spostamenti sismici(SLD).....	24
6.1.6	Capacità portante dei pali nei confronti dei carichi verticali	25
6.1.7	Capacità portante dei pali nei confronti dei carichi orizzontali	26
6.1.7.1	Unità a comportamento coesivo	26
8.1.5.1	Unità a comportamento incoerente	27
6.2	Verifiche di resistenza.....	28
6.2.1	Pressoflessione	28
6.2.2	Taglio.....	29
6.3	Verifiche di esercizio	31
6.3.1	Stato limite di limitazione delle tensioni	31
6.3.2	Stato limite di fessurazione.....	31
7	<i>ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI.....</i>	32
7.1	Pesi propri e carichi permanenti	32
7.2	Carichi permanenti non strutturali	33
7.3	Carichi variabili da traffico.....	33
7.4	Azione eccezionale dovuta all'urto dell'autoveicolo in fase di svio	33
7.5	Spinte del terreno in fase statica	36
7.6	Spinta del terreno in presenza di falda	37
7.7	Coefficienti sismici.....	37
7.8	Spinte del terreno in fase sismica.....	38
7.9	Combinazioni di carico	38
8	<i>CODICI DI CALCOLO.....</i>	41
8.1	Affidabilità dei codici di calcolo.....	41
8.2	Informazioni generali sull'elaborazione	41
8.3	Giudizio motivato di accettabilità dei risultati	41
9	<i>ANALISI E VERIFICHE DEI MURI DI SOSTEGNO.....</i>	42
9.1	MURO TIPOLOGICO A0 (H=1.5m-fondazione diretta).....	42

9.1.1	Risultati e Sollecitazioni	43
9.1.2	Verifica di stabilità globale.....	44
9.1.3	Verifiche geotecniche SLE- SLD	45
9.1.4	Armatura paramento e piastra di fondazione	46
9.1.5	Verifiche allo SLU.....	46
9.1.6	Verifiche allo SLE.....	47
9.1.7	Verifiche locali della mensola per azioni d'urto.....	47
9.2	MURO TIPOLOGICO A1 (H=2m-fondazione diretta).....	50
9.2.1	Risultati e Sollecitazioni	51
9.2.2	Verifica di stabilità globale.....	52
9.2.3	Verifiche geotecniche SLE- SLD	53
9.2.4	Armatura paramento e piastra di fondazione	54
9.2.5	Verifiche allo SLU.....	54
9.2.6	Verifiche allo SLE.....	55
9.2.7	Verifiche locali della mensola per azioni d'urto.....	56
9.1	MURO TIPOLOGICO B1 (H=3m-fondazione diretta).....	58
9.1.1	Risultati e Sollecitazioni	59
9.1.2	Verifica di stabilità globale.....	61
9.1.3	Verifiche geotecniche SLE- SLD	61
9.1.4	Armatura paramento e piastra di fondazione	62
9.1.5	Verifiche allo SLU.....	63
9.1.6	Verifiche allo SLE.....	63
9.1.7	Verifiche locali della mensola per azioni d'urto.....	64
9.2	MURO TIPOLOGICO C1 su 2 pali ($H_{\text{paramento}}=4\text{m}$).....	67
9.2.1	Sollecitazioni Paramento.....	69
9.2.2	Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione	70
9.2.3	Sollecitazioni in testa ai pali e lungo il fusto.....	72
9.2.4	Verifiche strutturali pali	77
9.2.4.1	Verifiche SLU-Pressoflessione	77
9.2.4.2	Taglio	77
9.2.4.3	Verifiche SLE.....	78

9.2.5	Verifiche geotecniche dei pali	78
9.2.5.1	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali	78
9.2.5.2	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali	79
9.2.5.3	Verifica di stabilità globale	81
9.2.6	Verifica dell'inflessione del paramento	82
9.2.7	Verifiche locali della mensola per azioni d'urto	83
9.3	MURO TIPOLOGICO D1 su 2 pali ($H_{\text{paramento}}=5\text{m}$)	86
9.3.1	Sollecitazioni Paramento	89
9.3.2	Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione	90
9.3.3	Sollecitazioni in testa ai pali e lungo il fusto	92
9.3.4	Verifiche strutturali pali	97
9.3.4.1	Verifiche SLU-Pressoflessione	98
9.3.4.2	Taglio	98
9.3.4.3	Verifiche SLE	98
9.3.5	Verifiche geotecniche dei pali	99
9.3.5.1	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali	99
9.3.5.2	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali	100
9.3.5.3	Verifica di stabilità globale	102
9.3.6	Verifica dell'inflessione del paramento	103
9.3.7	Verifiche locali della mensola per azioni d'urto	105
9.4	MURO TIPOLOGICO E1 su 3 pali ($H_{\text{paramento}}=6\text{m}$)	108
9.4.1	Sollecitazioni Paramento	111
9.4.2	Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione	112
9.4.3	Sollecitazioni in testa ai pali e lungo il fusto	114
9.4.4	Verifiche strutturali pali	119
9.4.4.1	Verifiche SLU-Pressoflessione	120
9.4.4.2	Taglio	120
9.4.4.3	Verifiche SLE	121
9.4.5	Verifiche geotecniche dei pali	121
9.4.5.1	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali	121
9.4.5.2	Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali	122
9.4.5.3	Verifica di stabilità globale	125

9.4.6	Verifica dell'inflessione del paramento	126
9.4.7	Verifiche locali della mensola per azioni d'urto.....	128
10	<i>TABULATI DI CALCOLO</i>	<i>131</i>
10.1	MURO TIPOLOGICO A0	131
10.1.1	Condizione statica e sismica.....	131
10.1.2	Condizione eccezionale d'urto.....	154
10.2	MURO TIPOLOGICO A1	171
10.2.1	Condizione statica e sismica.....	171
10.2.2	Combinazione eccezionale d'urto	194
10.3	MURO TIPOLOGICO B1.....	213
10.3.1	Condizione statica e sismica.....	213
10.3.2	Condizione eccezionale d'urto.....	241
10.4	MURO TIPOLOGICO C1	260
10.4.1	Combinazioni statiche.....	260
10.4.2	Combinazione sismica.....	282
10.4.3	Combinazione eccezionale d'urto	304
10.5	MURO TIPOLOGICO D1.....	322
10.5.1	Condizione statica.....	322
10.5.2	Condizione sismica	343
10.5.3	Condizione eccezionale d'urto.....	370
10.6	MURO TIPOLOGICO E1	386
10.6.1	Condizione statica.....	386
10.6.2	Condizione sismica	409
10.6.3	Condizione eccezionale d'urto.....	433

1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici del "Progetto Esecutivo STRADA STATALE 4 "VIA SALARIA"- Adeguamento della piattaforma stradale e messa in sicurezza dal km 56+000 al km 64+000. L'opera oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientra nel progetto delle "Opere di Sostegno". In particolare, nel presente documento è affrontato il dimensionamento del "MURO DI SOSTEGNO in dx 01N".

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all'opera.

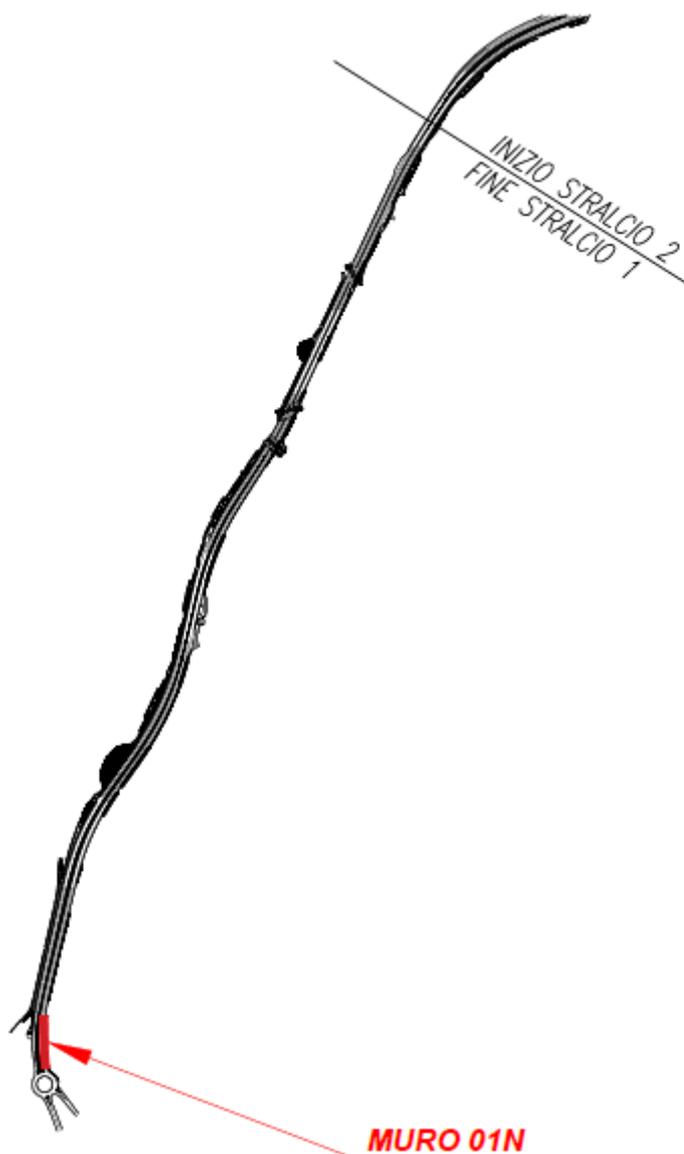


Figura 1: inquadramento planimetrico muro di sostegno

1.1 Descrizione dell'opera

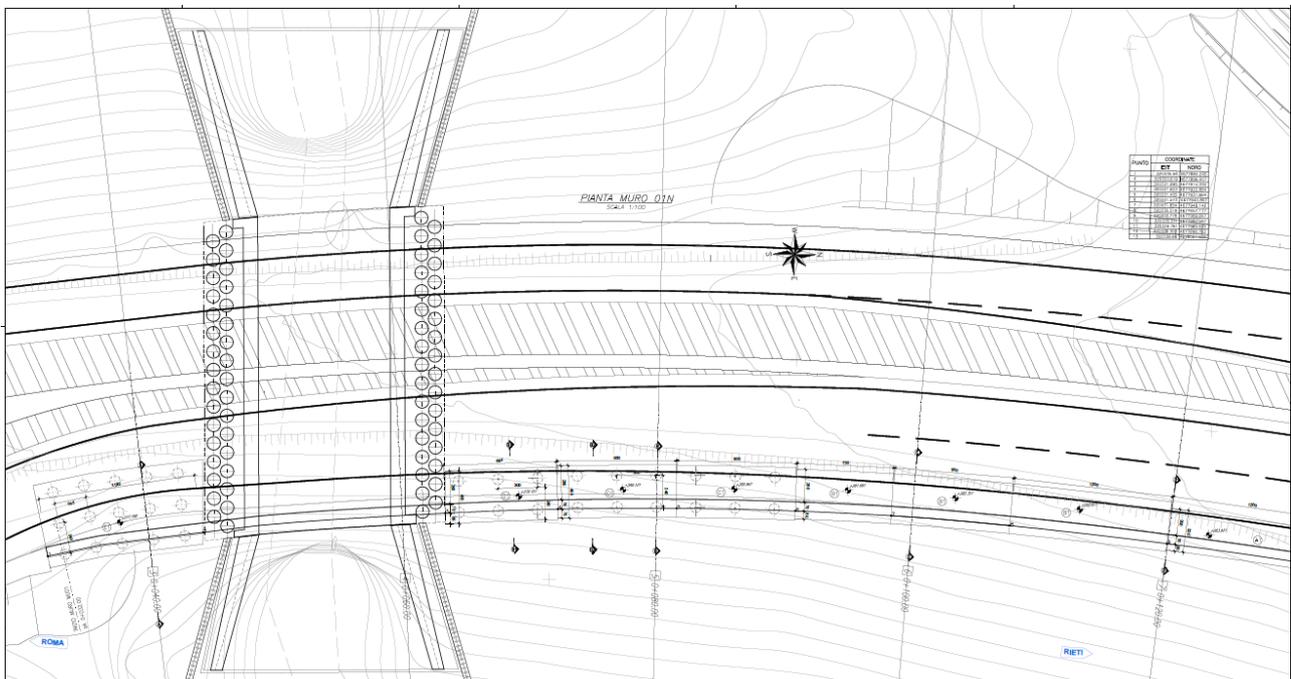
Il muro di sostegno denominato "01N dalla pk 0+ 032 alla pk 0+156" presenta una lunghezza pari a 124m ed è costituito da tratti di muro aventi un'altezza variabile tra 0.5m e 6,00m e pertanto riconducibili ai muri tipologici A0-A1-B1-C1-D1-E1

Nel seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche dei muri tipologici in esame ed a seguire alcune immagini rappresentative delle sezioni trasversali analizzate:

Tabella 1: caratteristiche geometriche muri tipologici costituenti il muro di sostegno 01N

TIPO	Paramento	Fondazione				Pali				
	H [m]	L [m]	Spessore [m]	Mensola monte [m]	Mensola Valle [m]	Numero [-]	Diametro [m]	Lunghezza [m]	Interasse long. [m]	Interasse trasv. [m]
A0	1.50	2.70	0.40	2.00	0.00	-	-	-	-	-
A1	2.00	3.20	0.70	2.00	0.60	-	-	-	-	-
B1	3.00	3.80	0.80	2.50	0.60	-	-	-	-	-
C1	4.00	4.00	1.00	2.60	0.60	2	800	14	3.00	2.40
D1	5.00	4.00	1.00	2.50	0.60	2	800	18	3.00	2.40
E1	6.00	6.40	1.20	4.80	0.60	5	800	16	2.40	2.40

Tabella 2: caratteristiche geometriche muro di sostegno



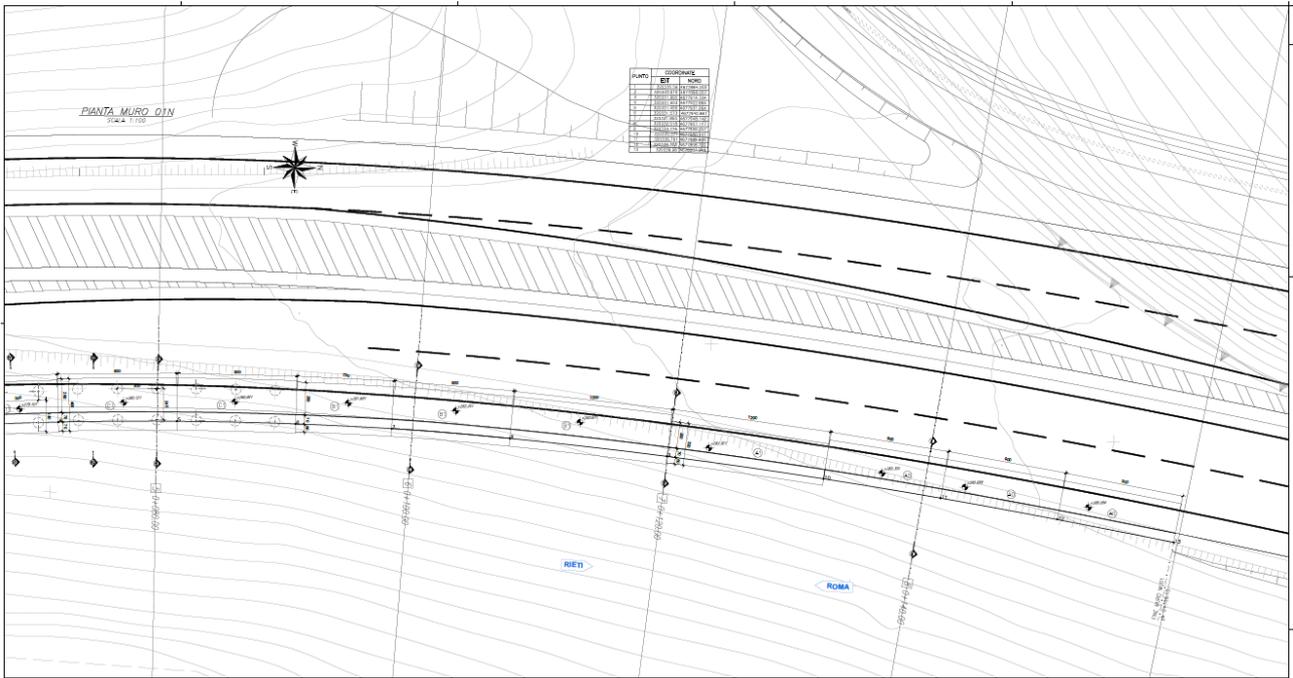


Figura 2: planimetria di progetto

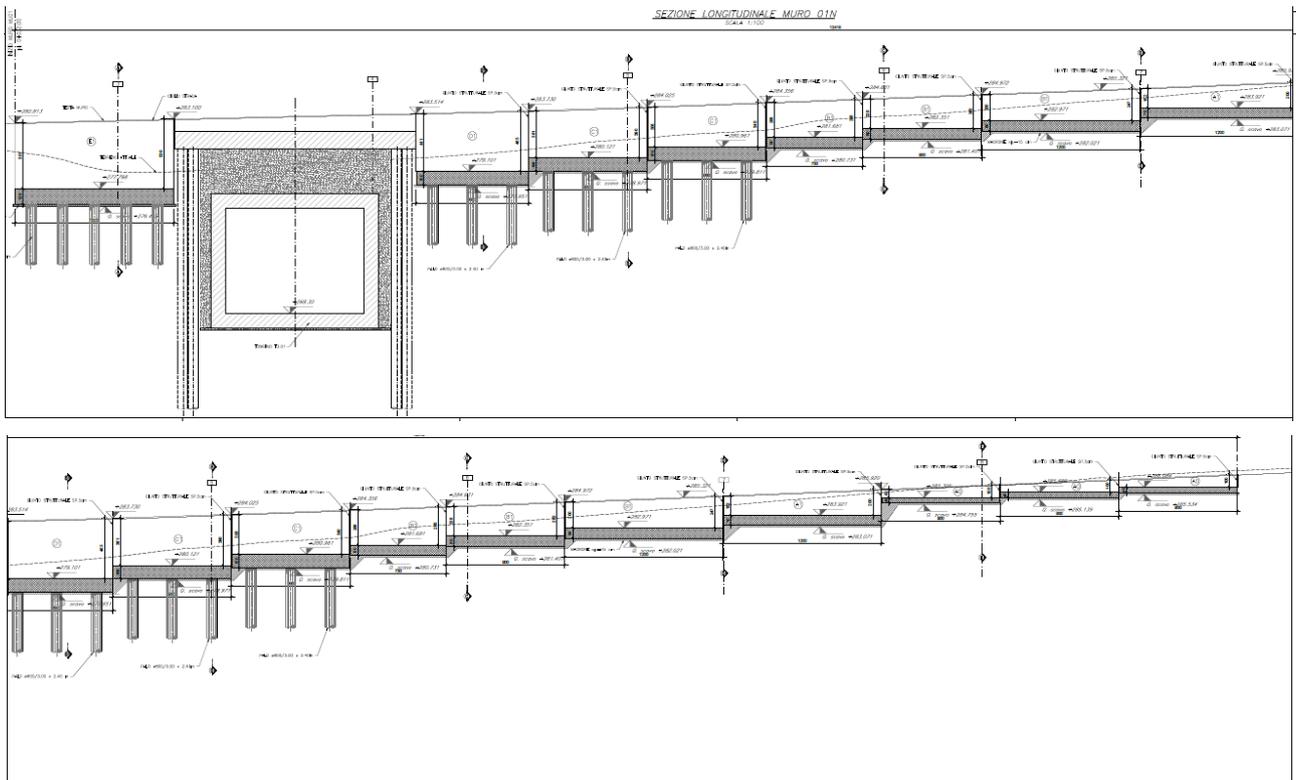


Figura 3: profilo longitudinale

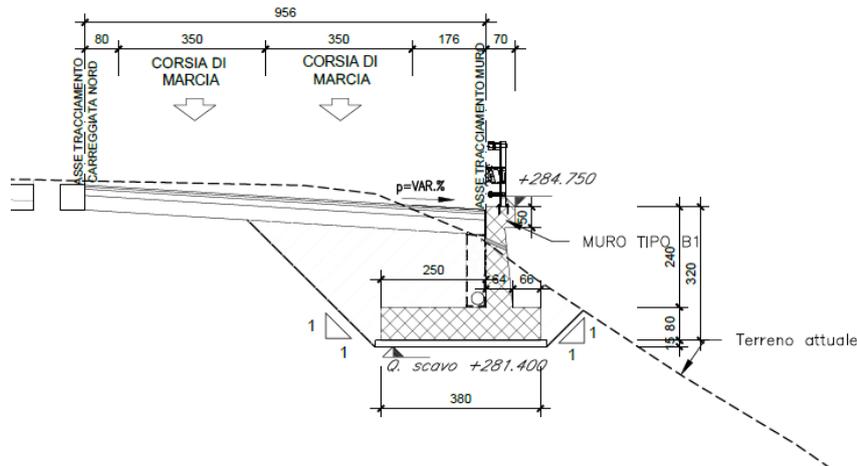


Figura 4: sezione trasversale muro tipologico B1

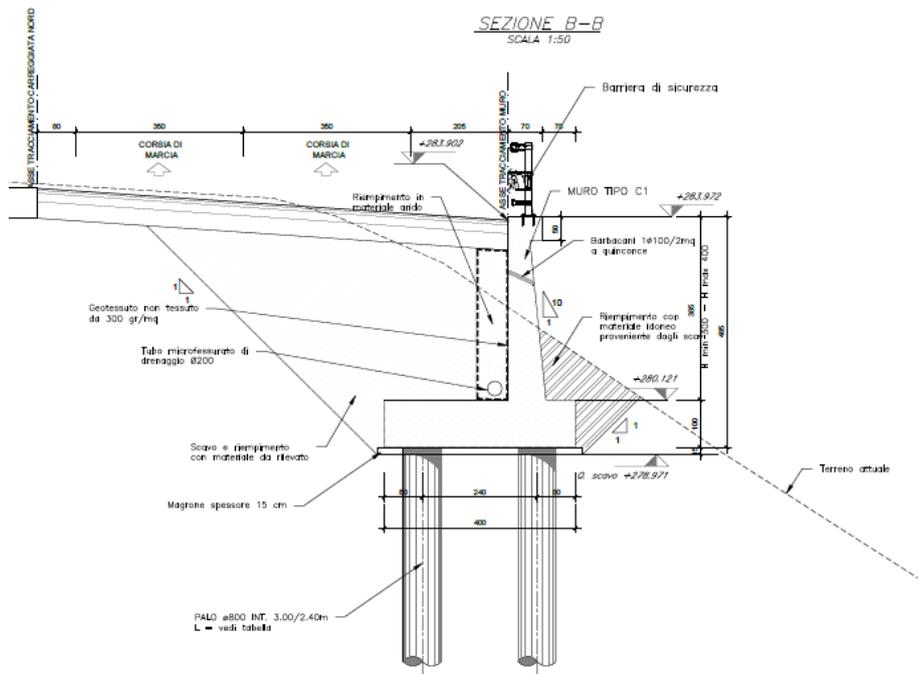


Figura 5: sezione trasversale muro tipologico C1

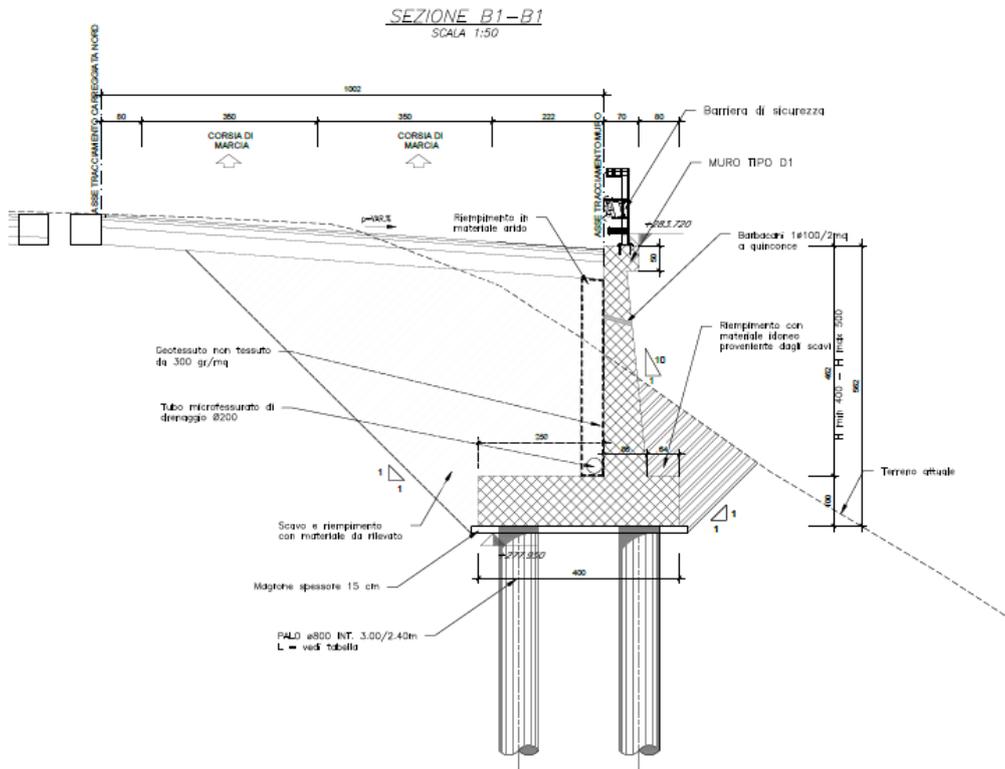


Figura 6: sezione trasversale muro tipologico D1

SCALA 1:100

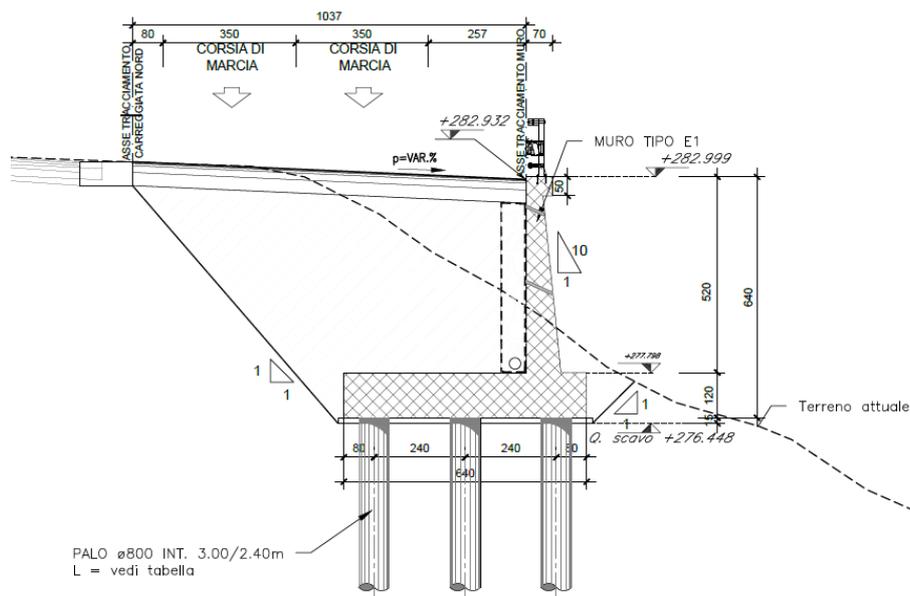


Figura 7: sezione trasversale muro tipologico E1

2 DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Di seguito è riportato l'elenco delle Normative e dei Documenti assunti come riferimento per il progetto delle opere trattate nell'ambito del presente documento.

- D.M. 17/01/2018 (NTC18): "Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare 21/01/2019, n.7 CSLLP
- Norma Europea UNI ENV 1990: "Eurocodice 0 – Basi di calcolo";
- Norma Europea UNI ENV 1991: "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture";
- Norma Europea UNI ENV 1992: "Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo";
- Norma Europea UNI ENV 1997: "Eurocodice 7 – Progettazione Geotecnica";
- Norma Europea UNI EN 1198: "Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture".

2.1 Elaborati di riferimento

										Muro in dx dal km 0+032 al Km 0+156	
T	0	1	OS	0	1	STR	RE	0	1	A	Relazione di calcolo
T	0	1	OS	0	1	STR	RE	0	2	A	Relazione di calcolo opere provvisionali
T	0	1	OS	0	1	STR	PF	0	1	A	Pianta profilo tav 1
T	0	1	OS	0	1	STR	PF	0	2	A	Pianta profilo tav 2
T	0	1	OS	0	1	STR	ST	0	1	A	sezioni tipo tav 1
T	0	1	OS	0	1	STR	ST	0	2	A	sezioni tipo tav 2
T	0	1	OS	0	1	STR	SZ	0	1	A	sezioni trasversali
T	0	1	OS	0	1	STR	AR	0	1	A	Armatura - Tav.1
T	0	1	OS	0	1	STR	AR	0	2	A	Armatura - Tav.2
T	0	1	OS	0	1	STR	AR	0	3	A	Armatura - Tav.3
T	0	1	OS	0	1	STR	AR	0	4	A	Armatura - Tav.4
T	0	1	OS	0	1	STR	AR	0	5	A	Armatura - Tav.5
T	0	1	OS	0	1	STR	AR	0	6	A	Armatura - Tav.6
T	0	1	OS	0	1	STR	CP	0	1	A	Carpenteria opere provvisionali e scavi - Pianta e sviluppata
T	0	1	OS	0	1	STR	CP	0	2	A	Carpenteria opere provvisionali e scavi - Sezioni trasversali

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Di seguito sono riportati per ciascuno materiale, i valori delle resistenze e parametri generali da adottare in sede di calcolo secondo quanto stabilito dalla normativa vigente:

3.1 Calcestruzzo per Muri

Per le strutture in esame si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione	C32/40	Classe minima di consistenza	Copriferro minimo [mm]
XC4-XF1	$f_{ck} \geq 32 \text{ MPa}$ $R_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$	S4	50

Tabella 3: caratteristiche calcestruzzo per muri

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	40	N/mm^2
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33.20	N/mm^2
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41.2	N/mm^2
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_C	1,5	[-]
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22.13	N/mm^2
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18.81	N/mm^2
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} [R_{ck} < 50/60]$	3.09	N/mm^2
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2.17	N/mm^2
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.71	N/mm^2
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.45	N/mm^2
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33642.8	N/mm^2

Tabella 4: caratteristiche meccaniche calcestruzzo per muri

3.2 Calcestruzzo per pali

Per le strutture in esame si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione	C32/40	Classe minima di consistenza	Copriferro minimo [mm]
XC2-XA2	$f_{ck} \geq 32 \text{ MPa}$ $R_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$	S4	60

Tabella 5: caratteristiche calcestruzzo per pali

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	40	N/mm^2
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33.20	N/mm^2
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41.2	N/mm^2
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_C	1,5	[-]
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22.13	N/mm^2
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18.81	N/mm^2

Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} [Rck < 50/60]$	3.09	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2.17	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.71	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.45	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33642.8	N/mm ²

Tabella 6: caratteristiche meccaniche calcestruzzo per pali

3.3 Acciaio per calcestruzzo armato

Acciaio per calcestruzzo armato tipo B 450 C secondo le NTC18 avente le seguenti caratteristiche:

Modulo di elasticità longitudinale	E_s	=	210000	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_s	=	1,15	[-]
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450	[MPa]
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	=	540	[MPa]
Allungamento	$A_{gt k}$	≥	7,50%	[-]
Resistenza di calcolo	f_{yd}	=	391,3	[MPa]

Tabella 7: caratteristiche meccaniche acciaio

Coefficiente sicurezza SLU

$$\gamma_s = 1,15$$

Resistenza di calcolo SLU

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,30 \text{ N/mm}^2$$

Tensione di calcolo SLE

$$\sigma_{y,ad} = 0,80 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$$

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

Si riporta uno stralcio del profilo geotecnico con l'ubicazione dell'opera in esame.

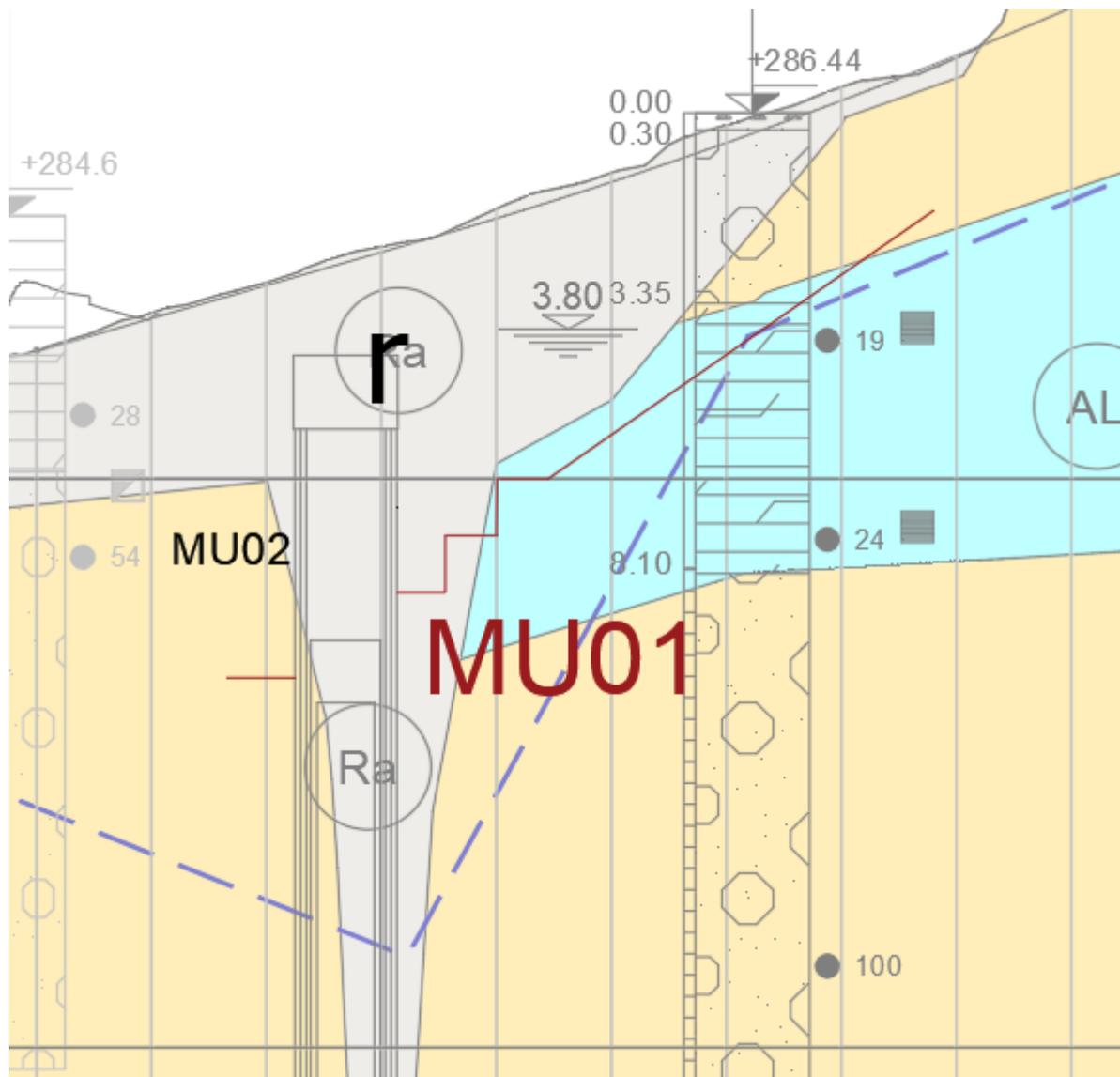


Figura 8: Stralcio del profilo geotecnico con ubicazione dell'opera

Dal profilo geotecnico si desume la stratigrafia di progetto con i relativi parametri caratteristici. In particolare, occorre differenziare la stratigrafia dei muri di sostegno in funzione della progressiva di riferimento:

- Da PK 0+032 A 0+050 (in corrispondenza tombino TM01)
- Da pk 0+060 a pk 0+156

4.1 Stratigrafia muro tipologico A0-A1-B1

Per il muro diretto tipo A1 la stratigrafia utilizzata per le verifiche risulta essere la seguente:

Unità geotecnica	Profondità da p.p. [m]	Tipo di sottosuolo
AL	0 - 4	B
GS	2- 25	

Tabella 8: unità geologiche del sito

Unità AL (argilla limosa)	
$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa (5 kPa)}$	coesione drenata (valore di progetto)
$\varphi' = 26 \div 30^\circ (27^\circ)$	angolo di attrito (valore di progetto)
$C_u = 75 \div 200 \text{ kPa}$	Coesione non drenata
$E_0 = 150 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$E'_{op} = 40 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Tabella 9: Caratteristiche geotecniche Unità AL- argilla limosa

Unità GS (ghiaia sabbiosa)	
$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 35 \div 40^\circ (35^\circ)$	angolo di attrito (valore di progetto)
$E_0 = 350 \div 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$E'_{op} = 100 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Tabella 10: Caratteristiche geotecniche Unità GS

Dal profilo geotecnico, si individua per i muri tipologici A1 e B1 il livello di falda in corrispondenza del piano di posa delle fondazioni.

4.2 Stratigrafia muri tipologici C1 e D1

Per i muri di sostegno tipologia C1 e D1 data la loro ubicazione, si farà riferimento, in maniera cautelativa alla seguente stratigrafia (per le curve di portanza si farà riferimento a quelle dei pali D800 da pk 0+060).

Da pk 0+060		
Unità geotecnica	Profondità da p.p. [m]	Tipo di sottosuolo
AL	0 - 4	B
GS	4-25	

Tabella 11: unità geologiche del sito dalla pk 0+60 alla pk 0+100.00

Unità AL (argilla limosa)	
$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa (5 kPa)}$	coesione drenata (valore di progetto)
$\varphi' = 26 \div 30^\circ (27^\circ)$	angolo di attrito (valore di progetto)
$C_u = 75 \div 200 \text{ kPa}$	Coesione non drenata
$E_0 = 150 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$E'_{op} = 40 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Tabella 12: caratteristiche geotecniche Unità AL

Unità GS (ghiaia sabbiosa)	
$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 35 \div 40^\circ (35^\circ)$	angolo di attrito (valore di progetto)
$E_0 = 350 \div 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$E'_{op} = 100 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Tabella 13: caratteristiche geotecniche Unità GS

Si riporta il modulo E del terreno utilizzato nella valutazione del momento lungo il fusto dei pali:

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m ²
0.000	42000.00
2.500	42000.00
2.510	48000.00
7.000	100000.00
23.500	100000.00
23.510	70000.00
43.500	70000.00

Per i muri tipologici C1 e D1 il livello di falda si individua alla quota di -4m dal piano di posa delle fondazioni.

4.3 Stratigrafia muri tipologici E1

Si riporta la stratigrafia a partire dal piano di posa delle fondazioni del muro tipologico E1 per il tratto da 0+032 a 0+050.

Da pk 0+032 a pk 0+50 per muro tipo E1		
Unità geotecnica	Profondità da p.p. [m]	Tipo di sottosuolo
GS	0 - 25	B
AL	25-40	

Tabella 14: unità geologiche da pk 0+032 a 0+050 per muri su pali

Unità GS (ghiaia sabbiosa)	
$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 35 \div 40^\circ (35^\circ)$	angolo di attrito (valore di progetto)
$E_0 = 350 \div 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$E'_{op} = 100 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Tabella 15: caratteristiche geotecniche Unità SG

Unità AL (argilla limosa)	
$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa} (5 \text{ kPa})$	coesione drenata (valore di progetto)
$\varphi' = 26 \div 30^\circ (27^\circ)$	angolo di attrito (valore di progetto)

$C_u = 75 \div 200$ kPa	Coesione non drenata
$E_0 = 150 \div 400$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)
$E'_{op} = 40$ MPa	modulo di deformazione elastico operativo

Tabella 16: caratteristiche geotecniche Unità AL

Si riporta il modulo E del terreno utilizzato nella valutazione del momento lungo il fusto dei pali:

Prof. m	E kN/m ²
.000	18000.00
7.000	100000.00
23.500	100000.00
23.510	70000.00
40.000	70000.00

Dal profilo geotecnico è possibile rilevare la falda ad una quota di -4m dal piano di posa delle fondazioni.

4.4 Terreno di riempimento e rinterro

Il terreno di rinterro dell'opera è costituito da terreno di rilevato stradale per il quale sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche:

Terreno di rinterro a tergo del muro (rilevato stradale)	
$\gamma = 20.0$ kN/m ³	peso di volume naturale
$\phi' = 35^\circ$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$c' = 0$ kPa	coesione drenata

Tabella 17: caratteristiche geotecniche terreno di rinterro

4.5 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (V_N), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (C_U).

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $V_N = 50$ anni. Riguardo invece la Classe d'Uso, all' opera in oggetto corrisponde una Classe IV a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_U = 2.0$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutati in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U . Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 50 \times 2.0 = 100$ anni.

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

4.6 Parametri di pericolosità sismica

L'azione sismica di progetto è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base del sito su cui l'opera insiste, descritta in termini geografici e temporali:

- attraverso i valori di accelerazione orizzontale di picco a_g (attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale) e le espressioni che definiscono le ordinate del relativo spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$;
- in corrispondenza del punto del reticolo che individua la posizione geografica dell'opera;
- con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR

In particolare, la forma spettrale prevista dalla normativa è definita, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

- a_g , accelerazione orizzontale massima del terreno
- F_0 , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- TC^* , periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I suddetti parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. In particolare, si può notare come F_0 descriva la pericolosità sismica locale del sito su cui l'opera insiste. Infatti, da quest'ultimo, attraverso le espressioni fornite dalla normativa, sono valutati i valori d'amplificazione stratigrafica e topografica.

L'area di studio è indicativamente ubicata alle coordinate (WGS84) **Lat: 42.242518° Long: 12,826850°** e ricade pertanto all'interno del reticolo di riferimento tra i 4 vertici indicati nella Fig. 4.1 per i quali le NTC definiscono i parametri necessari per definire l'azione sismica.

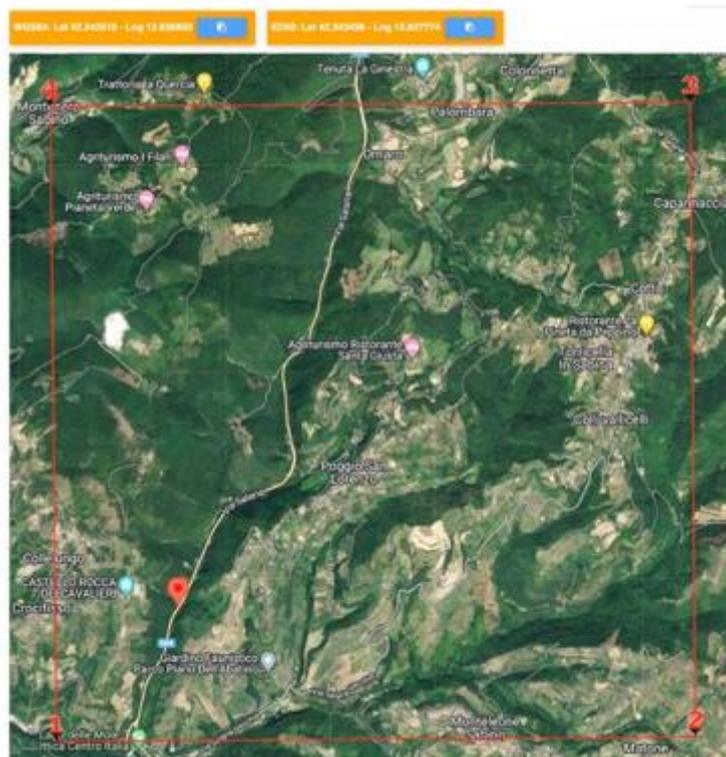


Figura 9: Figura 6: Rappresentazione dei punti della maglia del reticolo di riferimento riportati nella Tab.I allegata alle NTC

2018

Le coordinate del muro in esame OS01 risultano essere le seguenti (WGS84):

LATITUDINE: 42.232587

LONGITUDINE: 12.822585

Ai fini della valutazione dell'azione sismica si è fatto riferimento alle coordinate indicate nella RELAZIONE SISMICA e valide per l'intero tratto in esame.

Di seguito sono riassunti i valori dei parametri assunti per l'opera in oggetto.

Vita nominale VN = 50 anni;

Classe d'uso = IV;

Coefficiente d'uso Cu = 2.0;

Periodo di riferimento VR = 100 anni;

TR,SLV = 949 anni;

I parametri di progetto utilizzati per la valutazione degli spettri di risposta sono riepilogati di seguito..

ag,SLV = 0.201 g;

F0,SLV = 2.477;

T*c,SLV = 0.334 sec.

Lo spettro di risposta elastico per la descrizione della componente orizzontale del moto sismico è infine costruito a partire dai parametri seguenti.

Per le opere in progetto, in accordo con la tabella 3.2.III delle NTC2018, si assume categoria topografica T2.

In accordo con quanto riportato al punto 3.2.3.2 delle NTC2008, ultimo capoverso, in ragione della morfologia dell'area e dell'ubicazione delle opere rispetto ad essa (situate difatti in corrispondenza della base del versante), non sussistono condizioni tali da comportare un effetto di amplificazione topografica delle azioni sismiche, per cui il coefficiente topografico (Tab. 3.2.V), viene assunto unitario (ST=1.0).

Categoria di suolo = B;

Categoria topografica = T1;

Ss, fattore stratigrafico = 1.20;

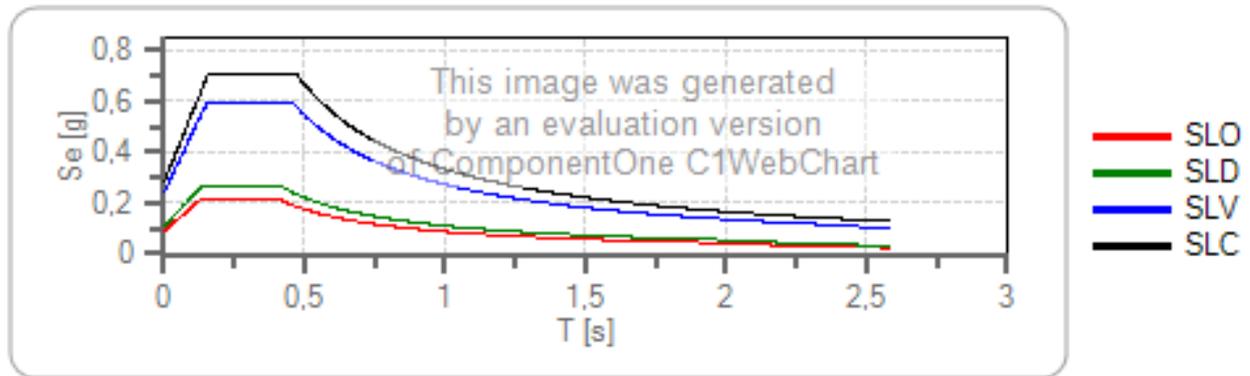
ST, fattore topografico = 1.00;

Cc, fattore correttivo del periodo TC* = 1.37.

Si riportano nell'immagine seguente, a titolo di riferimento, gli spettri elastici allo SLV e allo SLC in accelerazione in direzione orizzontale e verticale come riportati nella Relazione Sismica, a cui si rimanda per maggiori dettagli.

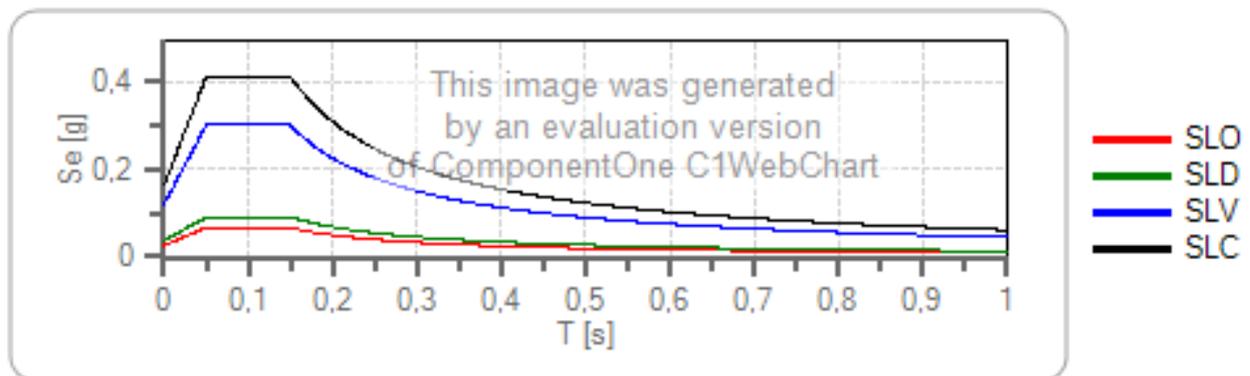
I grafici riportati nelle seguenti figure rappresentano i valori di accelerazione spettrali attesi (S_d [g]) rispetto ad un di periodo di oscillazione di riferimento (T [s]). Nel corso della progettazione strutturale esecutiva degli interventi tali considerazioni dovranno essere verificate e puntualizzate in funzione delle caratteristiche strutturali e dimensionali degli edifici stessi.

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,073	2,498	0,285	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,134	0,401	1,893
SLD	2	0,092	2,442	0,295	1,200	1,400	1,000	1,200	1,000	0,138	0,413	1,966
SLV	2	0,201	2,477	0,334	1,200	1,370	1,000	1,200	1,000	0,153	0,458	2,403
SLC	2	0,245	2,509	0,346	1,150	1,360	1,000	1,150	1,000	0,157	0,470	2,582

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,073	2,498	0,285	1,000	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	2	0,092	2,442	0,295	1,000	1,400	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	2	0,201	2,477	0,334	1,000	1,370	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	2	0,245	2,509	0,346	1,000	1,360	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

Figura 10 – Spettri elastici in accelerazione

5 CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE

Nel seguente paragrafo si riporta una descrizione riguardante procedure e criteri di calcolo adottati per l'effettuazione di tutte le verifiche prescritte dalla normativa vigente.

5.1 Metodo agli stati limite ed approcci di progetto

Il progetto di opere strutturali e geotecniche va effettuato, come prescritto dalle NTC 2018, con i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite basati sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza. Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale è verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni.

La normativa distingue inoltre tra Stati Limite Ultimi e Stati Limite di Esercizio.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza è stata effettuata con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d.$$

dove:

R_d è la resistenza di progetto

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni

$$E_d = E \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

oppure

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Il coefficiente γ_R opera direttamente sulla resistenza del sistema.

I coefficienti parziali di sicurezza, γ_{Mi} e $\gamma_{Fj} = \gamma_{Ej}$, associati rispettivamente al materiale i-esimo e all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e all'affidabilità del modello di calcolo.

In accordo a quanto stabilito al §2.6.1 delle NTC 2018, la verifica della condizione $R_d \geq E_d$ deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo Approccio progettuale (Approccio 1) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto, convenzionalmente indicate come di seguito:

A1+M1+R1

A2+M2+R2

Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti.

Gli stati limite di verifica si distinguono in genere in:

- **EQU** perdita di equilibrio della struttura fuori terra, considerata come corpo rigido.
- **STR** raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

- **GEO** raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;
- **UPL** perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla spinta dell'acqua (sollevamento per galleggiamento).
- **HYD** erosione e sifonamento del terreno dovuta ai gradienti idraulici.

I coefficienti parziali da applicare alle azioni sono quelli definiti alla Tab 2.6.I delle NTC 2018 di seguito riportata per chiarezza espositiva:

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G_1 ;

γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G_2 ;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6.

I valori dei coefficienti parziali da applicare ai materiali e/o alle caratteristiche dei terreni (M) sono definiti nelle specifiche sezioni della norma, ed in particolare al Cap. 4 per ciò che concerne i coefficienti parziali da applicare ai materiali strutturali, mentre al Cap.6 sono indicati quelli da applicare alle caratteristiche meccaniche dei terreni.

I coefficienti parziali da applicare alle resistenze (R) sono infine unitari sulle capacità resistenti degli elementi strutturali, mentre assumono in genere valore diverso da 1 per ciò che concerne verifiche che attengono il controllo di meccanismi di stabilità locale o globale; i valori da adottare per ciascun meccanismo di verifica, sono definiti nelle specifiche sezioni di normativa dedicate al calcolo delle diverse opere geotecniche.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio viene effettuata invece controllando gli aspetti di funzionalità e lo stato tensionale e/o deformativo delle opere, con riferimento ad una combinazione di verifica caratterizzata da coefficienti parziali sulle azioni e sui materiali tutti unitari.

Al §2.5.3 delle NTC 2018, sono infine definiti i criteri con cui le diverse azioni presenti vanno combinate per ciascuno stato limite di verifica previsto dalla Normativa.

Nell'ambito della progettazione geotecnica, la normativa definisce inoltre nella Tab 6.2.II, i valori dei coefficienti parziali M1/M2 da applicare ai parametri caratteristici dei terreni nell'ambito delle diverse combinazioni contemplate dai due approcci di progetto:

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tali valori agiscono sulle proprietà dei terreni, condizionando sia le azioni (spinte ed incrementi di spinta), sia le resistenze nei riguardi delle verifiche di stabilità dell'insieme terreno-opera interagente (Paratie, Muri, Pali di Fondazione ecc.)

Inoltre, ribadisce i valori dei coefficienti da applicare alle azioni nella Tab 6.2.I di seguito riportata:

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

5.2 Criteri di analisi e verifica dei muri di sostegno

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite, accertando che la condizione $R_d \geq E_d$ sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

SLU di tipo geotecnica (GEO)

- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
- ribaltamento;
- stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

In condizioni statiche, la verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC 2018; in aggiunta a quanto già mostrato in precedenza nel documento, si riporta anche la Tab 6.8.I appena menzionata:

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Le rimanenti verifiche, in condizioni statiche, devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I di seguito riportata.

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Nella verifica a ribaltamento, i coefficienti R3 della Tab. 6.5.I, si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Come già specificato al paragrafo precedente, trattandosi nel caso specifico di opere soggette ad azioni da traffico veicolare, in luogo dei coefficienti generici di cui alle Tab 6.2.I, si è fatto riferimento a quelli di cui alle Tab. 5.I.V e 5.I.VI del già citato DM.

Tab. 5.1.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente Ψ_0 di combi- nazione	Coefficiente Ψ_1 (valori frequent)	Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Le spinte devono tenere conto del sovraccarico e dell'inclinazione del piano campagna, dell'inclinazione del paramento rispetto alla verticale, delle pressioni interstiziali e degli effetti della filtrazione nel terreno; nel calcolo della spinta si può tenere conto dell'attrito che si sviluppa fra parete e terreno.

Ai fini della verifica alla traslazione sul piano di posa di muri di sostegno con fondazioni superficiali, non si deve in generale considerare il contributo della resistenza passiva del terreno antistante il muro, salvo casi particolari in cui, in relazione caratteristiche meccaniche dei terreni ed alle modalità costruttive, è possibile portare in conto un'aliquota di tale resistenza, nella misura massima del 50% del valore teorico.

5.3 Prescrizioni generali per le verifiche in fase sismica

Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, le verifiche agli stati limite ultimi di opere e sistemi geotecnici si riferiscono al solo stato limite di salvaguardia della vita (SLV); quelle agli stati limite di esercizio si riferiscono al solo stato limite di danno (SLD). Le verifiche devono essere eseguite ponendo pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto con i coefficienti parziali γ_R indicati nella tabella 7.11.III riportata in seguito:

Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

Verifica	Coefficiente parziale γ_R
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Per i muri di sostegno ubicati in corrispondenza di versanti o in prossimità di pendii naturali devono essere soddisfatte le condizioni di stabilità del pendio, in presenza della nuova opera, con i metodi di analisi riportati al §7.11.3.5. delle NTC2018. Deve inoltre essere soddisfatta la verifica di stabilità del complesso muro-terreno con i criteri indicati al §7.11.4. ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente $\gamma_R=1.2$.

Il §7.11.6.2.1 delle NTC 2018, precisa che l’analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche, può essere eseguite mediante i metodi pseudo-statici o i metodi degli spostamenti. Nell’analisi pseudo-statica, l’azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

con:

g accelerazione di gravità;

$a_{max} = S_S S_T a_g$ accelerazione massima attesa sul suolo di riferimento (a_g è l’accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido, S_S e S_T sono i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, come già definiti nell’ambito del precedente paragrafo §0);

Per muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, β_m coefficiente di riduzione dell’accelerazione massima attesa al sito assume il valore di 0.38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e 0.47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD). Inoltre, si può assumere che l’incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica con distribuzione triangolare.

Per i muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno (MURI SU PALI), il coefficiente β_m assume valore unitario. Inoltre, si deve assumere che l’incremento di spinta dovuto al sisma sia applicato a metà altezza del muro secondo una distribuzione di tipo rettangolare.

5.4 Prescrizioni generali per le verifiche dovute a carichi eccezionali

Con riferimento al § 5.1.3.13 del D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, si puntualizza che le azioni d’urto agenti sugli elementi strutturali orizzontali al disopra della strada, sono da impiegarsi per la verifica di sicurezza globale dell’impalcato nel suo insieme inteso come corpo rigido (sollevamento/ribaltamento). Occorre pertanto verificare la resistenza del muro di sostegno cui sono collegate le barriere di sicurezza nei confronti delle azioni da urto veicolare. Tali azioni, si ricorda, sono azioni eccezionali, quindi caratterizzate da coefficienti di sicurezza dei materiali e da coefficienti di amplificazione dei carichi unitari. Per le verifiche strutturali e geotecniche relative alla struttura in oggetto si fa riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 2.5.3. Sulla base di ciò è stata individuata la combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$F_d = \sum_{j=1}^m (G_{Kj}) + P + A_d + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \gamma_{Qi} Q_{Ki})$$

dove:

γ_G e γ_Q rappresentano i coefficienti parziali di amplificazione dei carichi –

G_{Kj} rappresenta il valore caratteristico della j -esima azione permanente

Q_{K1} rappresenta il valore caratteristico dell’azione variabile di base in ogni combinazione

Q_{Ki} rappresenta il valore caratteristico della i -esima azione variabile

Ψ_{oi} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori caratteristici

6 CRITERI DI ANALISI E VERIFICHE DELLE OPERE

Nel seguente paragrafo si riporta una descrizione riguardante le procedure e i criteri di calcolo adottati per l'effettuazione di tutte le verifiche prescritte dalla normativa vigente suddividendole in:

- **Verifiche geotecniche**
- **Verifiche strutturali**

6.1 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche sono quelle che coinvolgono la resistenza del terreno nell'ambito di quelle prescritte dalla normativa. Esse sono:

- **Verifica allo scorrimento**
- **Verifica a carico limite**
- **Verifica a ribaltamento**
- **Verifica di stabilità globale**

6.1.1 Verifica allo scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro, sia minore di tutte le forze resistenti lungo la stessa direzione.

La verifica a scorrimento risulta in particolare soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento (F_r) fattorizzata secondo un opportuno coefficiente parziale γ_r stabilito dalla normativa e la risultante delle forze mobilitanti (F_s) risulti non inferiore all'unità:

$$(F_r / \gamma_r) / F_s \geq 1$$

ovvero che il rapporto F_r/F_s risulti non inferiore di γ_r , fissato dalla normativa pari ad **1,1** in condizioni statiche e 1 in condizioni sismiche.

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito lungo la base della fondazione.

Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, la forza resistente può esprimersi come:

$$F_r = N \operatorname{tg} \varphi$$

In casi particolari specificati dalla normativa è possibile eventualmente tener conto della resistenza passiva S_p del terreno a valle del muro.

La valutazione delle azioni resistenti e di quelle mobilitanti, dovrà tener conto dei coefficienti A ed M fissati dalla normativa per la combinazione di verifica specifica.

In condizioni sismiche, la forza mobilitante per muri di sostegno diretti viene calcolata secondo il metodo pseudostatico considerando un coefficiente di riduzione dell’accelerazione massima attesa al sito β_m pari a 0.38 mentre nel caso di muri su pali tale coefficiente di deamplificazione risulta essere unitario.

Lo scorrimento del piano di posa della fondazione viene considerato assorbito dai pali di fondazione, sui quali vengono calcolati gli sforzi di taglio agenti che, successivamente, vengono confrontati con i valori di taglio resistente del palo e con i valori di capacità portante orizzontale.

6.1.2 Verifica a ribaltamento

La verifica al ribaltamento di un muro di sostegno, prevede la valutazione del coefficiente di sicurezza nei confronti del meccanismo di rotazione dell’opera rispetto al vertice esterno della fondazione.

Nella fattispecie, detti M_{rib} , momento delle azioni ribaltanti, e M_{sta} , momento delle azioni stabilizzanti, occorrerà verificare quanto segue:

$$M_{sta} / R \geq M_{rib}$$

In accordo a quanto prescritto dalla normativa vigente, la verifica a ribaltamento deve essere effettuata in condizioni statiche secondo l’approccio 2 (A1+ M1+R3) in cui i coefficienti parziali γ_R pari a **1.15** si applicano alle azioni stabilizzanti. In condizioni sismiche, la verifica deve essere effettuata ponendo pari all’unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando un coefficiente parziale di sicurezza sulle azioni stabilizzanti γ_R pari a **1.0**. Lo stato limite di ribaltamento in condizioni sismiche deve essere trattato impiegando valori di β_m incrementati del 50% rispetto a quelli indicati al par. 7.3. e comunque non superiori all’unità.

Tale verifica perde di significato nel caso di muri su pali.

6.1.3 Verifica di stabilità globale

Le NTC 2018 affrontano il tema della Stabilità Globale distinguendo tra il caso dei Pendii Naturali (§ 6.3) e quello delle opere in terra in Materiali sciolti e Fronti di scavo (§ 6.8) fornendo prescrizioni differenti circa i criteri di verifica da adottare nei due casi. Trattandosi nel caso in esame di valutare la Stabilità Globale di Opere a sostegno di scavi, si ricade nel caso dei “Fronti di Scavo e rilevati”.

Il punto 6.8 delle NTC 2018 e relativa circolare applicativa, tratta l’argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 “Verifiche di Sicurezza (SLU)” viene prescritto quanto di seguito: Le verifiche devono essere effettuate secondo l’Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

In aggiunta a quanto già riportato nei precedenti paragrafi, si riporta di seguito la Tab. 6.8.I, in cui è definito il valore del coefficiente parziale “R2” da applicare al valore della resistenza caratteristica calcolata per la generica superficie di potenziale scivolamento analizzata in condizioni statiche:

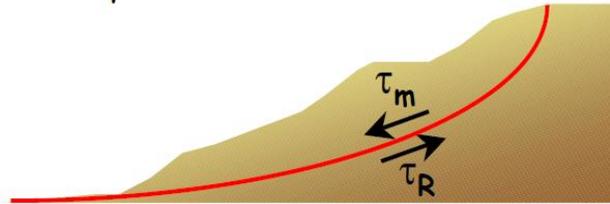
Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

In condizioni sismiche in accordo alle prescrizioni al § 7.11.4. le resistenze di progetto devono essere calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R=1.2$.

Nel presente paragrafo sono illustrati i Criteri generali adottati per l’effettuazione delle Verifiche di Stabilità Globale prescritte dalla normativa. In generale, ciascuno metodo va alla ricerca del potenziali superfici di scivolamento,

generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



$$FS = \frac{\int_S \tau_{rott}}{\int_S \tau_{mob}}$$

Figura 11: illustrazione superficie di scorrimento

Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione b, interessati da azioni taglienti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Per il caso in esame, le verifiche sono state effettuate rispetto a superfici di forma circolare, utilizzando il metodo di Bishop, per i cui dettagli si rimanda a quanto esposto a riguarda nella letteratura tecnica.

Le verifiche sono state effettuate rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare le opere, escludendo quindi ai fini della stabilità la resistenza al taglio locale offerta dalle opere, fermo restando tutte le prescrizioni definite dalla normativa per questo tipo di verifica.

6.1.4 Calcolo dei cedimenti (sle)

Per quanto riguarda la valutazione dei cedimenti, è stata impiegata la teoria dell'elasticità, ipotizzando il terreno come un mezzo omogeneo elastico ed isotropo. In tal modo il cedimento immediato è dovuto ad una distorsione del terreno sottostante il carico, che si deforma e cambia forma a volume costante.

Il metodo dell'elasticità per il calcolo dei cedimenti fornisce la seguente espressione:

$$w = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_i}{E_i} \Delta z_i$$

dove:

- D_s è la tensione indotta nel terreno alla profondità z, dalla pressione di contatto della fondazione
- E è il modulo elastico relativo allo strato i-esimo
- D_z rappresenta lo spessore dello strato i-esimo in cui è stato suddiviso lo strato compressibile e per il quale si conosce il modulo elastico.

Lo spessore dello strato compressibile considerato nell'analisi dei cedimenti è stato determinato in funzione della percentuale della tensione di contatto.

6.1.5 Calcolo degli spostamenti sismici(SLD)

La correlazione utilizzata per il calcolo degli spostamenti sismici è quella di Richards ed Elms (1979). Essa si basa sui risultati delle integrazioni effettuate da Franklin e Chang (1977) per un insieme di accelerogrammi relativi a 27 terremoti reali e 10 terremoti sintetici di cui si considerarono le sole componenti orizzontali. Il modello di interazione

muro-terreno utilizzato è stato quello originario di Newmark. Richards ed Elms individuarono l'involuppo superiore degli spostamenti diagrammati in funzione del rapporto di accelerazione critica (N/A), definito come il rapporto fra il coefficiente N dell'accelerazione critica a_c (dove $a_c = N \times g$) ed il coefficiente A dell'accelerazione massima al suolo ($A \times g$); l'equazione della curva (detta upperband) è:

$$d = \frac{V^2}{A \cdot g} \cdot \left(\frac{N}{A} \right)^{-4}$$

In cui:

d = è lo spostamento relativo in metri;

V = è la massima velocità dell'accelerogramma espressa in m/sec

Il software di calcolo fornisce in automatico i valori degli spostamenti sulla base della correlazione di Richards- Elms.

6.1.6 Capacità portante dei pali nei confronti dei carichi verticali

Tratti di muro dell'opera in oggetto presentano una fondazione indiretta costituita da una platea di fondazione su pali trivellati, il cui valore di progetto R_d della resistenza a carichi assiali dei singoli pali si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti parziali γ_R riportati nella tabella 6.4.II seguente:

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

In condizioni sismiche, i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri meccanici del terreno sono unitari mentre i coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze sono riportati nella tabella 6.4.II.

La resistenza caratteristica R_k del singolo palo è determinata mediante metodi di calcolo analitici, dove R_k è calcolata a partire a da valori caratteristici dei parametri geotecnici e/o mediante l'impiego di relazioni empiriche che utilizzano direttamente i risultati di prove in situ.

La normativa vigente definisce per tali procedure, il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ (o $R_{t,k}$) come il valore minore tra quelli ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{c,calc}$ ($R_{t,calc}$) i fattori di correlazione ξ riportati nella tabella seguente, in funzione del numero n di verticali di indagini:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \qquad R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Tabella 13 - Fattori di correlazione ξ

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

La campagna di indagine condotta in fase di progettazione definitiva permette di assumere in sede di calcolo un fattore di correlazione pari a $\xi_3 = \xi_4 = 1.70$.

6.1.7 Capacità portante dei pali nei confronti dei carichi orizzontali

Il carico orizzontale limite H_{lim} è stato calcolato in accordo alla teoria proposta da Broms (1984).

Le ipotesi assunte da Broms sono le seguenti:

- terreno omogeneo;
- comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico;
- la forma del palo è ininfluenza e l'interazione palo-terreno è determinata solo dalla dimensione caratteristica D della sezione del palo (il diametro per sezioni circolari, il lato per sezioni quadrate, etc.) misurata normalmente alla direzione del movimento;
- il palo ha comportamento rigido-perfettamente plastico, cioè si considerano trascurabili le deformazioni elastiche del palo.

Questa ultima ipotesi comporta che il palo abbia solo moti rigidi finché non si raggiunge il momento di plasticizzazione M_y del palo. A questo punto si ha la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione continua indefinitamente con momento costante.

In accordo alla condizione di vincolo dei pali nei plinti di fondazione, il palo è considerato impedito di ruotare in testa.

Per quanto riguarda la resistenza del terreno, si riportano in seguito le distribuzioni per terreno a comportamento coesivo e a comportamento incoerente, sulla base di analisi teoriche ed osservazioni sperimentali.

6.1.7.1 Unità a comportamento coesivo

Il diagramma di distribuzione della resistenza p offerta dal terreno lungo il fusto del palo è quello riportato in fig. 8-a. Broms adotta al fine delle analisi una distribuzione semplificata (b) con reazione nulla fino a $1.5 d$ e costante con valore $9 c_u d$ per profondità maggiori.

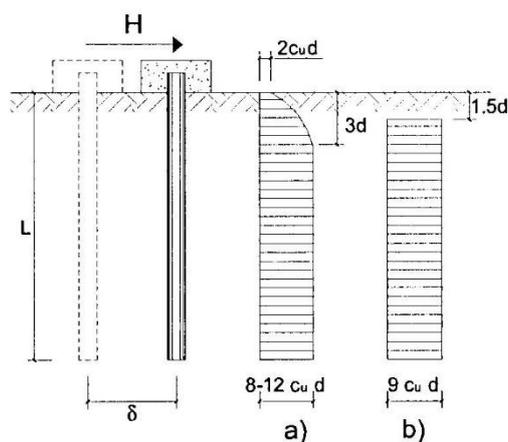


Figura 12: Distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984)

I meccanismi di rottura del complesso palo-terreno sono condizionati dalla lunghezza del palo, dal momento di plasticizzazione della sezione e dalla resistenza esercitata dal terreno. I possibili meccanismi di rottura sono riportati nella figura seguente e sono solitamente indicati come "palo corto", "intermedio" e "lungo".

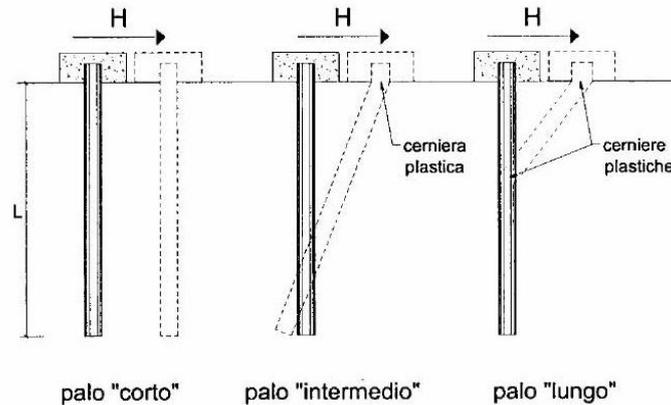


Figura 13 – Meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984)

Facendo ricorso a semplici equazioni di equilibrio ed imponendo la formazione di una cerniera plastica nelle sezioni che raggiungono un momento pari a M_y , è possibile calcolare il carico limite orizzontale corrispondente ai tre meccanismi di rottura:

$$H_{lim} = 9c_u D^2 \left(\frac{L}{D} - 1.5 \right) \quad \text{palo corto}$$

$$H_{lim} = -9c_u D^2 \left(\frac{L}{D} - 1.5 \right) + 9c_u D^2 \sqrt{2 \left(\frac{L}{D} \right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u D^3} + 4.5} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H_{lim} = -13.5c_u D^2 + c_u D^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u D^3}} \quad \text{palo lungo}$$

Con riferimento al caso in oggetto, il meccanismo di rottura è sempre quello di palo lungo.

Nel caso di palo scalzato e per il caso di palo lungo, il valore di H_{lim} si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H_{lim} = 9c_u D \times (f - 1.5D)$$

$$H_{lim} \times (d_s + f) - 4.5c_u D (f - 1.5D)^2 - 2M_y = 0$$

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna;

d_s l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna.

8.1.5.1 Unità a comportamento incoerente

Per un terreno incoerente si assume che la resistenza opposta dal terreno alla traslazione del palo vari linearmente con la profondità con legge:

$$p = 3 k_p \gamma z D$$

essendo:

k_p il coefficiente di spinta passiva;

z la profondità da piano campagna;

γ il peso di volume del terreno, nel caso in cui il terreno sia sotto falda si assume γ' .

I valori del carico limite corrispondenti ai diversi meccanismi di rottura sono di seguito riportati:

$$H_{lim} = 1.5k_p \gamma D^3 \left(\frac{L}{D}\right)^2 \quad \text{palo corto}$$

$$H_{lim} = \frac{1}{2}k_p \gamma D^3 \left(\frac{L}{D}\right)^2 + \frac{My}{L} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H_{lim} = k_p \gamma D^3 \sqrt[3]{\left(3.676 - \frac{My}{k_p \gamma D^4}\right)^2} \quad \text{palo lungo}$$

Con riferimento ai casi in oggetto, il meccanismo di rottura è sempre quello di palo lungo.

Nel caso di palo scalzato e per il caso di palo lungo, il valore di H_{lim} si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H_{lim} = 1.5k_p \gamma D f^2$$

$$f^3 + 1.5Df^2 - \left(\frac{2My}{\gamma k_p D}\right) = 0$$

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna;

d_s l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna.

6.2 Verifiche di resistenza

Le verifiche strutturali allo SLU (Stato Limite Ultimo) sono quelle che riguardano l'attingimento della resistenza degli elementi strutturali. Esse sono:

- **Verifica a pressoflessione**
- **Verifica a taglio**

Come per le verifiche geotecniche (ad eccezione della verifica di stabilità globale), esse devono essere condotte secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3).

6.2.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC 2018, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:

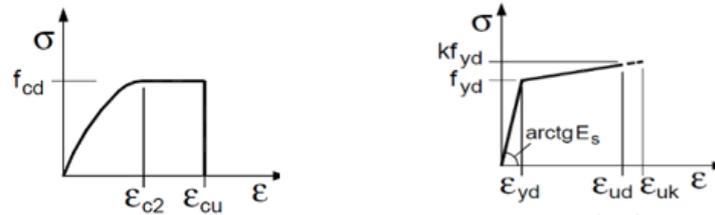


Figura 14: legami costitutivi calcestruzzo e acciaio

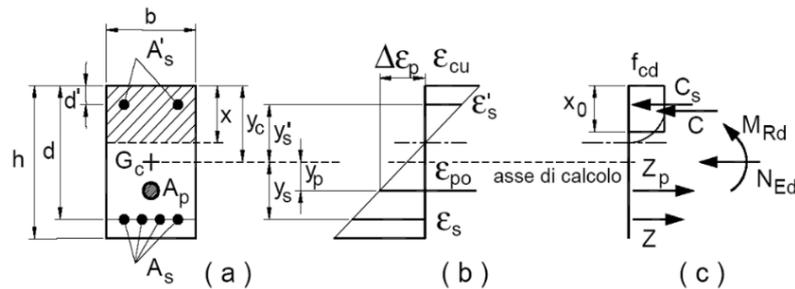


Figura 15: Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione della generica sezione

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

- M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;
- N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;
- M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

6.2.2 Taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w d$$

dove:

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2};$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2;$$

$$\rho_1 = A_{sw} / (b_w d);$$

d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;

b_w = 1000 mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio V_{Rd} è il minimo tra la resistenza a taglio trazione V_{Rsd} e la resistenza a taglio compressione V_{Rcd} .

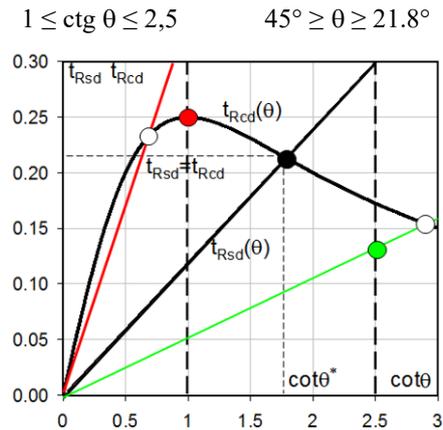
$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

essendo:

$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5$$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle NTC 2018, considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.



L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle (θ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato:

$$\cot \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$

(θ^* angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove:

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5;$$

f'_{cd} = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima;

f_{cd} = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima;

ω_{sw} = percentuale meccanica di armatura trasversale $\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$;

α_c	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

- Se la $\cot \theta^*$ è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la $\cot \theta^*$ è maggiore di 2.5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rsd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle armature trasversali valutabile per una $\cot \theta = 2,5$.
- Se la $\cot \theta^*$ è minore di 1.0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\cot \theta = 1,0$.

6.3 Verifiche di esercizio

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

6.3.1 Stato limite di limitazione delle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche “Rara” e “Quasi Permanente”; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo “non reagente a trazione” adottando come limiti di riferimento quelli di seguito indicati, in accordo alle prescrizioni della normativa vigente:

riferimento,

Per il caso in esame risulta in particolare:

CALCESTRUZZO ELEVAZIONE/FONDAZIONE C32/40

$\sigma_{c,max,Q.P.} = 0,45 f_{cK}$	14.4	MPa	(combinazione di carico Quasi Permanente)
$\sigma_{c,max,R.} = 0,60 f_{cK}$	19.2	MPa	(combinazione di carico Rara)

Tabella 18: limiti tensione calcestruzzo

CALCESTRUZZO PALI C25/30

$\sigma_{c,max,Q.P.} = 0,45 f_{cK}$	11.25	MPa	(combinazione di carico Quasi Permanente)
$\sigma_{c,max,R.} = 0,60 f_{cK}$	15	MPa	(combinazione di carico Rara)

Tabella 19: limiti tensione calcestruzzo

ACCIAIO

$\sigma_{f,max} = 0,80 f_{yK}$	360	MPa	(combinazione di carico Rara)
--------------------------------	-----	-----	-------------------------------

Tabella 20: limiti tensione acciaio

6.3.2 Stato limite di fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico “Frequente” e combinazione “Quasi Permanente”.

Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive di tipo XC4-XF1; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV].

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente.

Tabella 21 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e condizioni ambientali

Gruppi di esigenza	di Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	Frequente	ap. fessure	≤w2	ap. fessure	≤w3
		Quasi Permanente	ap. fessure	≤w1	ap. fessure	≤w2
b	Aggressive	Frequente	ap. fessure	≤w1	ap. fessure	≤w2
		Quasi Permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤w1
c	Molto Aggressive	Frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤w1
		Quasi Permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤w1

Risultando:

w1= 0.2 mm;

w2= 0.3 mm;

w3= 0.4 mm.

Pertanto dovrà risultare:

Combinazione Quasi permanente : $w \leq 0.2 \text{ mm}$

Combinazione Frequente : $w \leq 0.3 \text{ mm}$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura riportata al C4.1.2.2.4.5 della Circolare n. 7/2019.

7 ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI

Nel presente paragrafo si descrivono i criteri di valutazione delle azioni sollecitanti le opere di sostegno e relative combinazioni di calcolo adottate.

7.1 Pesi propri e carichi permanenti

I pesi propri relativi alla struttura ed al terreno eventualmente gravante sulla fondazione, sono valutati tenendo conto dei pesi dell'unità di volume specifici γ come di seguito definiti:

Calcestruzzo strutturale

$$\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$$

terreno di rinterro:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

Tabella 22: pesi di unità di volume calcestruzzo e terreno di rinterro

7.2 Carichi permanenti non strutturali

Le opere di sostegno oggetto di dimensionamento prevedono anche un carico permanente non strutturale dovuto alla pavimentazione stradale. Si considera uno spessore del pacchetto stradale di spessore pari a 0.20m e $\gamma=24\text{KN/m}^3$. Pertanto, tale carico è schematizzato, ai fini del calcolo, come un carico uniforme agente sul profilo del terreno, di valore pari a 4.8KN/m, agente su una larghezza che dipende dalla geometria dell'asse stradale.

7.3 Carichi variabili da traffico

Le opere di sostegno oggetto di dimensionamento sono soggette alle azioni accidentali da traffico stradale. I carichi variabili associati al passaggio dei veicoli sono schematizzati, ai fini del calcolo, con dei carichi uniformi, su una larghezza complessiva pari alla dimensione della pavimentazione stradale e valore pari a 20 kN/m.

7.4 Azione eccezionale dovuta all'urto dell'autoveicolo in fase di svio

Al fine di quantificare il valore del momento flettente e del carico orizzontale equivalente da applicare alla sommità dell'opera d'arte per tener conto dell'eventuale collisione accidentale di veicoli in svio sulle barriere collegate al muro di sostegno si possono seguire 2 differenti approcci:

- 1) Attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione pari a **100 kN**. Essa rappresenta l'effetto dell'impatto da trasmettere ai vincoli e deve essere considerata agente trasversalmente ed orizzontalmente **100 mm** sotto la sommità della barriera o **1.0 m** sopra il livello del piano di marcia, a seconda di quale valore sia più piccolo (§3.6.3.3.2, NTC2018).

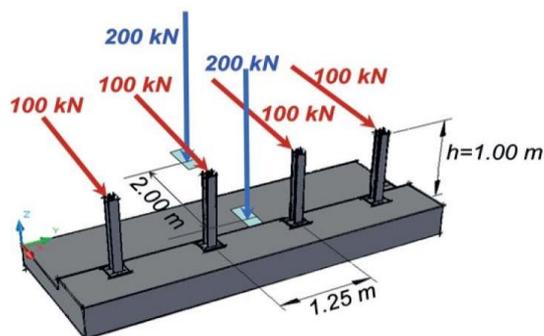


Figura 16: schema di carico azione d'urto

- 2) Considerando il momento plastico che il montante della barriera metallica di sicurezza utilizzata può fornire. Tale approccio ottempera quanto previsto dal § 4.7.3.3 della UNI EN 1991.2 così come emendato dall'appendice nazionale (G.U. 27 Marzo 2013, DM 31/07/2012).

Il primo approccio è da utilizzare in assenza di specifiche prescrizioni, ovvero quando non si conoscono in fase di progetto del muro di sostegno le caratteristiche geometriche della barriera che dovrà essere installata ovvero in caso di condizioni di progettazione "non ordinarie". In alternativa, a discrezione del progettista è possibile utilizzare come azione di progetto il momento di plasticizzazione del montante (cfr UNI EN 1991.2). È tuttavia necessario sottolineare che tale metodologia è applicabile quando in fase di progetto si conosce già il dispositivo di ritenuta da installare e le sue caratteristiche geometriche e meccaniche.

Planimetricamente, si considera una ridistribuzione delle azioni sollecitanti secondo un angolo di diffusione pari a 45°.

Nel caso in esame, è stato applicato il secondo approccio, più idoneo e realistico, in quanto, pur non conoscendo ancora il tipo di barriera da installare e tutte le caratteristiche geometriche e statiche utili (comprensivi del sistema di fissaggio sul supporto in calcestruzzo, in conformità a quanto adottato in sede di prova di crash), cautelativamente è stata scelta nella gamma delle barriere indicate nelle linee guida Anas quella che consente lo sviluppo dei calcoli e delle verifiche con maggiore cautela, in quanto caratterizzata da momento plastico più alto e, quindi, trasmettente maggiori sollecitazioni sul muro di sostegno.

In particolare, si è fatto riferimento a barriere H4-bordo ponte con montanti costituiti da paletti verticali con sezione a C in acciaio S275 R, posti ad un interasse di $i = 1,25$ m e ancorati al cordolo mediante piastra saldata e tirafondi. Si riportano le caratteristiche geometriche e meccaniche di tale barriera.

BARRIERA H4- BORDO PONTE- SEZIONE A C

B [mm]	H [mm]	C [mm]	S [mm]	W_{plastico} [cm ³]	M_{plastico} [KNm]	M_{ampl} [KNm]
160	120	40	5.5	154,22	42,41	63,62

Tabella 23: valori geometrici e meccanici barriera H4-bordo ponte

L'azione derivante dal momento plastico della barriera può essere determinata considerando che la massima sollecitazione che tale sezione può trasmettere al muro di sostegno è quella che determina la formazione della prima cerniera plastica. Essa si forma con sufficiente approssimazione in corrispondenza dell'irrigidimento della barriera ipotizzato ad un'altezza di 20cm dalla base del paletto. Pertanto, considerando che la forza d'urto è applicata ad una quota $d = 1,00$ m dal piano viabile, la distanza b_f tra la cerniera plastica e il punto di applicazione della forza è pari a 0.8m.

La forza d'urto associata alla formazione della prima cerniera plastica è quindi pari a:

$$H_{urto} = \frac{M_{ampl}}{b_f} = \frac{63.62}{0.8} = 79.53 \text{ KN}$$

Dove M_{ampl} è il momento plastico amplificato per un coefficiente di sicurezza pari a 1.5

In accordo con gli schemi statici forniti dalle NTC2018, si considera che tale azione d'urto sia esercitata singolarmente su 4 paletti consecutivi posti ad un interasse di 1.25m, pertanto lo sviluppo lineare di barriera coinvolta dall'azione d'urto è pari a 3.75m.

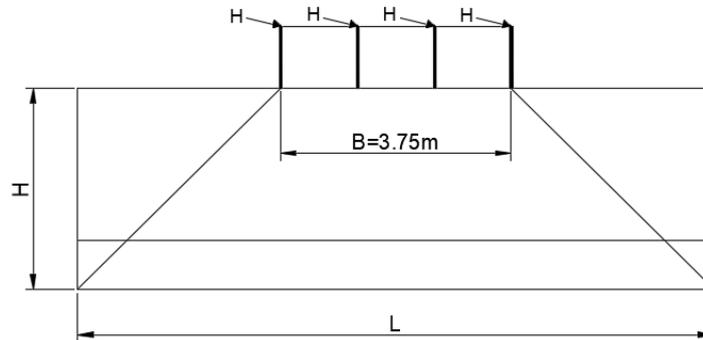


Figura 17: schema di ridistribuzione del carico d'urto

Per tener conto della ridistribuzione dell'azione d'urto lungo l'altezza del muro di sostegno, essa è schematizzata come un carico distribuito ottenuto dividendo la forza d'urto totale agente sui 4 paletti per la lunghezza d'azione del concio di muro L secondo la seguente espressione:

$$H_{urto,distr} = \frac{4 \cdot H_{urto}}{L}$$

A tale carico orizzontale occorre aggiungere il momento flettente distribuito generato dal trasporto dell'azione d'urto orizzontale dalla sommità della barriera alla sommità del muro di sostegno, pari a:

$$M_{urto} = H_{urto,distr} \cdot d$$

L'azione d'urto viene calcolata per tutti i muri tipologici considerando, nel caso in esame come lunghezza di diffusione, la lunghezza del concio minimo. Si riporta in seguito la tabella contenente le sollecitazioni dovute all'urto per i diversi muri tipologici.

	$L_{,diff}$	$H_{,urto, distr}$	$M_{, urto,distr}$
	[m]	[KN/m]	[KNm/m]
TIPOLOGICO A0	9.00	35.34	35.34
TIPOLOGICO A1	9.00	35.34	35.34
TIPOLOGICO B1	9.00	35.34	35.34
TIPOLOGICO C1	9.00	35.34	35.34
TIPOLOGICO D1	8.50	39.27	39.27
TIPOLOGICO E1	12.00	23.13	23.13

Tabella 24: valori del carico distribuito e del momento dovuti all'urto in testa al muro

Per le verifiche strutturali e geotecniche, i coefficienti di amplificazione dei carichi (γ_A) e i coefficienti riduttivi (γ_M) sono tutti unitari mentre i coefficienti riduttivi sulle resistenze sono quelli previsti dalle verifiche strutturali e geotecniche in funzione dello stato limite considerato.

7.5 Spinte del terreno in fase statica

Le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann.

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente.

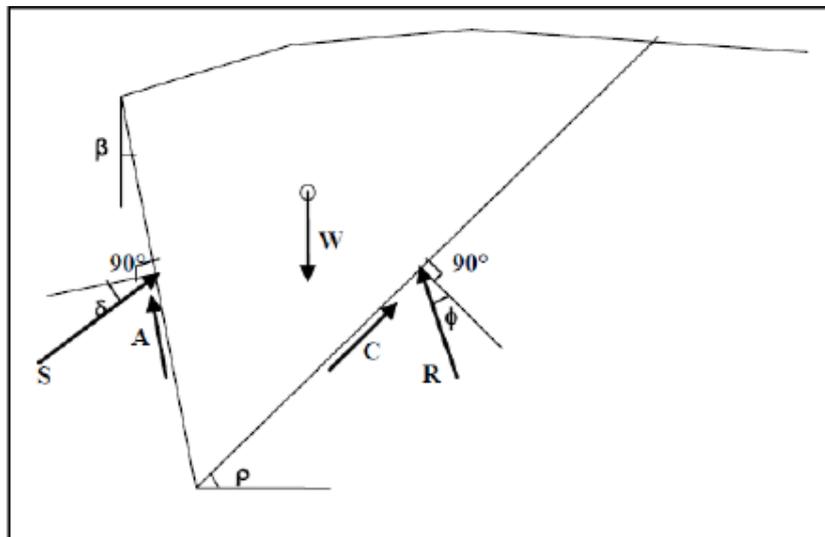


Figura 18: schema metodo di Culmann per calcolo della spinta

Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- 1) si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- 2) si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio del terreno tenendo conto anche dell'eventuale presenza della falda (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- 3) dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Il metodo, per come è stato descritto, non permette di ricavare il diagramma delle pressioni agente sulla parete (e quindi le sollecitazioni lungo la parete) e inoltre risulta di difficile determinazione il punto di applicazione della spinta.

Nell'ambito dello specifico Software utilizzato, il procedimento è stato implementato suddividendo l'altezza della parete in tanti tratti di ampiezza dz , al fine di ricavare l'andamento delle pressioni lungo l'altezza del muro; in corrispondenza di ogni ordinata z_i si trova il cuneo di rottura e la spinta S_i ottenendo la distribuzione della spinta $S(z)$ lungo l'altezza della parete.

Nota la distribuzione delle spinte lungo l'altezza della parete, la pressione ad una generica profondità z , rispetto alla sommità della parete, è espressa da:

$$\sigma(z) = \frac{dS}{dz}$$

Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta. Inoltre dal diagramma delle pressioni è facile ricavare l'andamento delle sollecitazioni lungo la parete, con gli usuali metodi della scienza delle costruzioni.

Per l'attrito paramento – terreno si utilizza il valore $\delta = 2/3\phi'$ mentre l'attrito fondazione muro – terreno è assunto pari all'angolo di attrito del terreno.

Nel caso di muri su pali, la spinta, in condizioni statiche, è stata calcolata facendo riferimento alla condizione di spinta a riposo del terreno.

7.6 Spinta del terreno in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento:

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua.

Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Nel caso in esame, il regime di spinta non è influenzato dalla presenza della falda.

7.7 Coefficienti sismici

Il §7.11.6.2.1 delle NTC 2018, precisa che l'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche, può essere eseguita mediante i metodi pseudo-statici o i metodi degli spostamenti. Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

con:

g accelerazione di gravità;

$a_{max} = S_S S_T a_g$ accelerazione massima attesa sul suolo di riferimento (a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido, S_S e S_T sono i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, come già definiti nell'ambito del precedente paragrafo §40);

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito assume il valore di 0.38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e 0.47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

Nel caso di muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno (MURI SU PALI), nelle analisi eseguite con il metodo pseudostatico, il coefficiente β_m può essere assunto di valore unitario come definito al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC 2018.

7.8 Spinte del terreno in fase sismica

In condizioni sismiche si adotta la formulazione di Culmann come già illustrata al precedente paragrafo, inserendo nell'equazione risolutiva anche la forza di inerzia del cuneo di spinta. In accordo con quanto definito al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC 2018 nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro. Pertanto nel caso nel muro tipologico C che presenta una fondazione su micropali si considera una distribuzione rettangolare dell'incremento di spinta considerando **l'attingimento delle condizioni di spinta attiva.**

7.9 Combinazioni di carico

Si riporta nel seguito il riepilogo delle combinazioni di carico esaminate per l'analisi e la verifica di un muro di sostegno su pali.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.30	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - SLER

Condizione	γ	ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - SLEF

Condizione	γ	ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - SLEQ

Condizione	γ	ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	γ	ψ	Effetto
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione ECCEZ. - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
URTO	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione ECCEZ. - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
URTO	1.00	1.00	Sfavorevole

8 CODICI DI CALCOLO

Tutte le Analisi e Verifiche esposte nel presente documento sono state effettuate con l'Ausilio dei seguenti Software di calcolo:

- "MAX - ver 15" (Analisi e Calcolo Muri di Sostegno) prodotto e distribuito dalla Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS) specifico da licenza n° AIU5041GP intestata a PROGIN SPA - CENTRO DIREZIONALE DI NAPOLI ISOLA F4 - 80143 NAPOLI);
- "PresFle+ ver 5.15" (Verifiche di sezioni in cemento armato) prodotto e distribuito dalla Concrete srl, identificato nello specifico da licenza n° 4552054 intestata a PROGIN SPA - CENTRO DIREZIONALE DI NAPOLI ISOLA F4 - 80143 NAPOLI);
- "Fogli di Calcolo Excel Autoprodotti".

8.1 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

8.2 Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

8.3 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, si asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

9 ANALISI E VERIFICHE DEI MURI DI SOSTEGNO

9.1 MURO TIPOLOGICO A0 (H=1.5m-fondazione diretta)

Di seguito si riportano i risultati delle analisi del muro di sostegno denominato "TIPOLOGICO A0" avente le seguenti caratteristiche geometriche:

Tipologico	fondazione	H _{paramento}	H _{fondazione}	L _{fondazione}	Mensola monte	Mensola valle
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
A0	diretta	1.5	0.60	2.70	2.00	0.00

Tabella 25: caratteristiche geometriche muri di sostegno

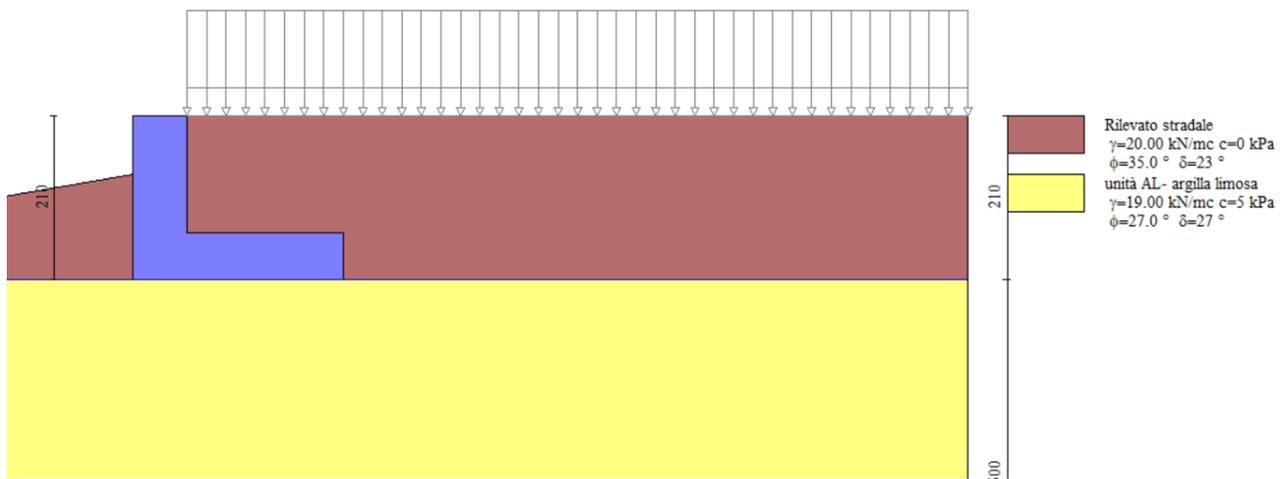


Figura 19: modello di calcolo muro tipologico A0

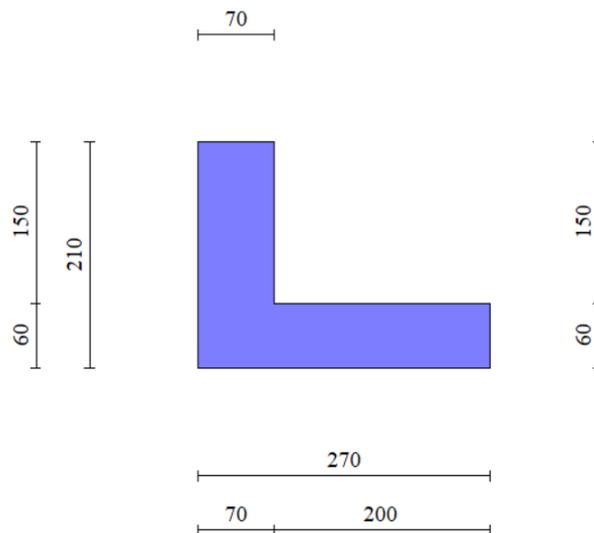


Figura 20: Geometria del muro di sostegno: sezione trasversale

9.1.1 Risultati e Sollecitazioni

Si riportano i risultati delle verifiche geotecniche e le sollecitazioni per le combinazioni statiche/sismiche e per la combinazione eccezionale d'urto. **Occorre precisare che nelle verifiche geotecniche il terreno dinanzi la fondazione è stato considerato pesante ma privo di resistenza passiva**

Sintesi FS verifiche globali

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		3.650	5.438	--	--	--	--
2	STR (A1-M1-R3)	H + V	2.720	6.278	--	--	--	--
3	STR (A1-M1-R3)	H - V	2.585	6.677	--	--	--	--
4	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	1.726	--	--
5	GEO (A2-M2-R2)	H + V	--	--	--	1.989	--	--
6	GEO (A2-M2-R2)	H - V	--	--	--	1.908	--	--
7	EQU (A1-M1-R3)		--	--	12.180	--	--	--
8	EQU (A1-M1-R3)	H + V	--	--	6.639	--	--	--
9	EQU (A1-M1-R3)	H - V	--	--	4.582	--	--	--

Figura 21: Fattori di sicurezza verifiche statiche e sismiche

Sintesi FS verifiche globali

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		1.519	2.867	--	--	--	--
2	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	2.773	--	--
3	EQU (A1-M1-R3)		--	--	1.652	--	--	--

Figura 22: Fattori di sicurezza- urto

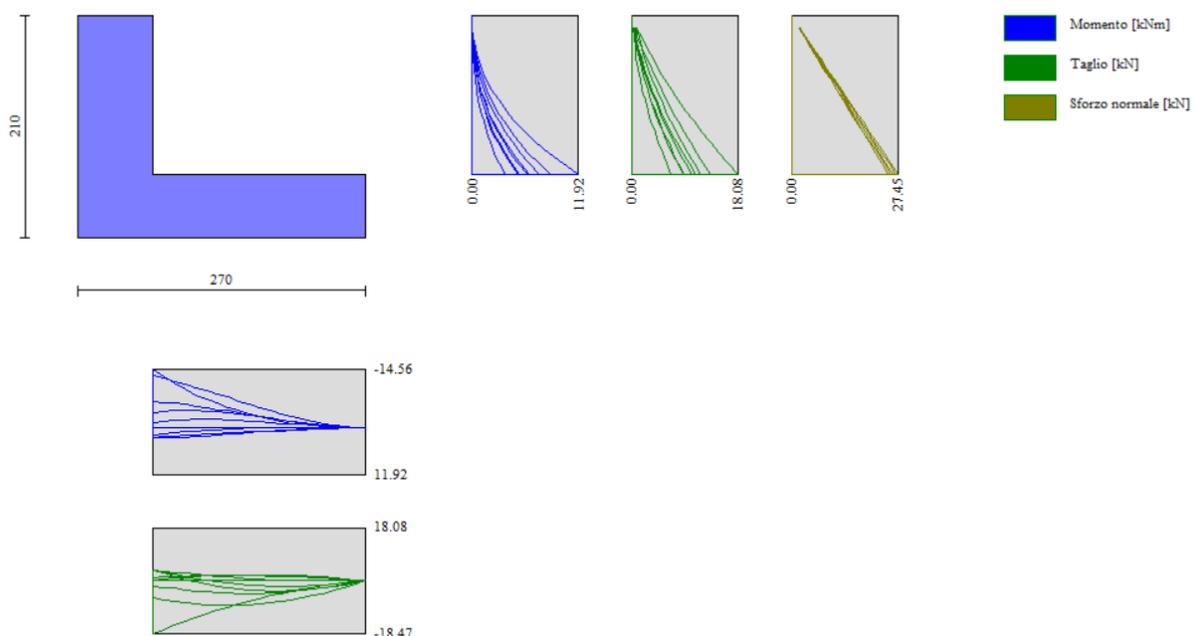


Figura 23: Inviluppo diagrammi sollecitazioni- condizioni statiche e sismiche

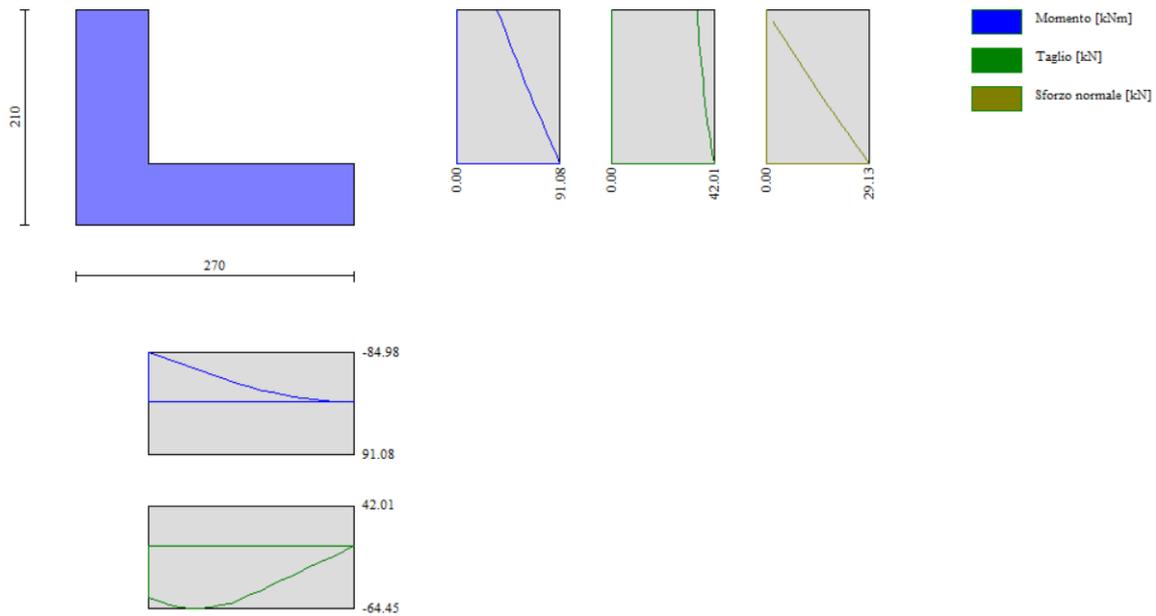


Figura 24: Involuppo diagrammi sollecitazioni – condizione urto

9.1.2 Verifica di stabilità globale

Si riportano i FS della verifica di stabilità globale effettuata con il metodo di Bishop in condizioni statiche e sismiche. Le verifiche di stabilità dei muri lato valle eseguite con il software di calcolo analizzano la condizione di stabilità "locale" in corrispondenza del muro. Per l'analisi di stabilità del versante si rimanda alle relazioni di calcolo delle trincee.

Per maggiori dettagli su metodo delle strisce si rimanda al tabulato di calcolo.

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-4.00; 4.50	8.93	1.726
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	9.27	1.989
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	9.27	1.908

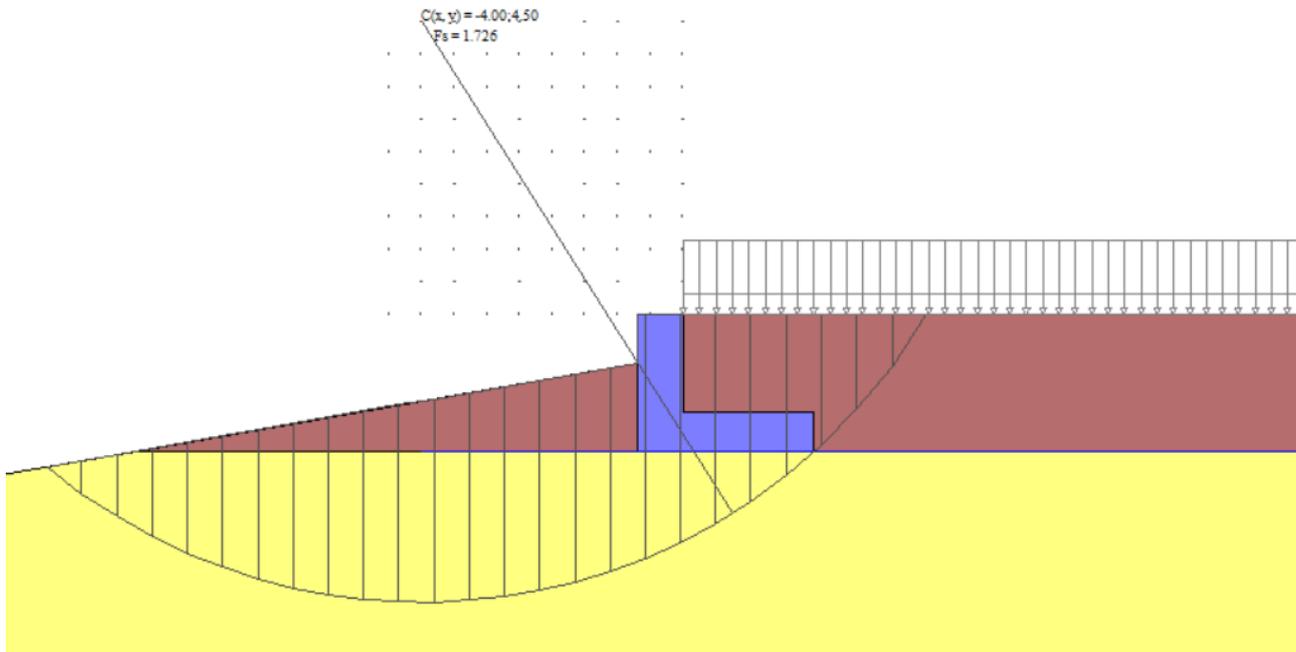


Figura 25: Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)_FS=1.72

9.1.3 Verifiche geotecniche SLE- SLD

Si riporta il calcolo dei cedimenti del muro di sostegno in esame in condizioni di esercizio secondo il metodo elastico così come definito al paragrafo 6.1.5 e il calcolo degli spostamenti in condizioni sismiche (SLD) secondo il metodo di Richards-Elms illustrato al par. 6.1.6.

Cedimenti

Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
X, Y	Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]
w	Cedimento, espressa in [cm]
dw	Cedimento differenziale, espressa in [cm]

Ic	X; Y [m]	w [cm]	dw [cm]
10	-0.70; -2.10	0.539	0.000
10	0.65; -2.10	0.748	0.208
10	2.00; -2.10	0.558	0.019
11	-0.70; -2.10	0.511	0.000
11	0.65; -2.10	0.703	0.192
11	2.00; -2.10	0.521	0.011
12	-0.70; -2.10	0.426	0.014
12	0.65; -2.10	0.570	0.159
12	2.00; -2.10	0.411	0.000

Spostamenti

Simbologia adottata

Cmb	Tipo combinazione
ag,crit	accelerazione critica, espressa in [m/s ²]
Dmax	Spostamento orizzontale massimo, espressa in [cm]

Cmb	ag,crit [m/s ²]	Dmax [cm]
13 - SLEQ H + V	4.1905	0.0004
14 - SLEQ H - V	2.9362	0.0016

Sulla base del calcolo dei cedimenti e degli spostamenti in condizioni statiche e sismiche, si ritiene che i cedimenti indotti sul piano stradale risultano essere trascurabili.

9.1.4 Armatura paramento e piastra di fondazione

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione. Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo PressFle sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni.

Tabella 26: armature di progetto paramento e piastra di fondazione

Armatura a flessione			Armatura a flessione		
Elemento	Lato monte	Lato valle	Elemento	Lato inferiore	Lato superiore
Paramento	Φ16/20	Φ12/20	Piastra fondazione	Φ16/20	Φ16/20

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio, tuttavia si prevedono ganci Φ8/20x40 per legare le armature nel paramento e Φ8/40x40 in fondazione, ripartitori Φ12/20cm.

Tabella 27: armatura mensola portabarriera

Armatura a taglio	
Elemento	staffe
mensola di testa	Φ12/20cm

9.1.5 Verifiche allo SLU

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione e taglio per la sezione di base del paramento e per la fondazione. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 60mm.

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE						
Elemento		b	h	M _{Ed}	N _{Ed,min}	Armature	c	d	M _{Rd}	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[kN]		[mm]	[mm]	[kNm]	[-]
Paramento	monte	1000	700	91.1	29.1	Φ16/20	60	640	231.2	2.54
	valle					Φ12/20				
Fondazione	Superiore	1000	600	85.0		Φ16/20	60	540	196.6	2.31
	Inferiore					Φ16/20				

Tabella 28: verifica a pressoflessione

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio, tuttavia si prevedono ganci Φ8/20x40 nel paramento e ganci Φ8/40x40 in fondazione:

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo		TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
	b _w (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	A _s (mm ²)	N _{sd} (KN)	V _{sd} (KN)	σ _{ep} (Mpa)	ρ _t	k	f _{ck} (Mpa)	v _{min}	V _{Rdmin} (KN)	V _{Rct} (KN)	F.S.
Paramento	1000	700	60	640	5	16	1004.8	0	42.01	0	0.002	1.56	33.2	0.39	251.24	207.60	4.94
Fondazione	1000	600	60	540	5	16	1004.8	0	18.47	0	0.002	1.61	33.2	0.41	222.17	191.26	10.36

Tabella 29: verifica per elementi non armati a taglio

9.1.6 Verifiche allo SLE

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori limite riportati nella seguente tabella:

CALCESTRUZZO ELEVAZIONE/FONDAZIONE C32/40

$\sigma_{c,max,Q.P.} = 0,45 f_{cK}$	14.4	MPa	(combinazione di carico Quasi Permanente)
$\sigma_{c,max,R.} = 0,60 f_{cK}$	19.2	MPa	(combinazione di carico Rara)

Tabella 30: limiti tensione calcestruzzo

ACCIAIO

$\sigma_{f,max} = 0,80 f_{yK}$	360	MPa	(combinazione di carico Rara)
--------------------------------	-----	-----	-------------------------------

Tabella 31: limiti tensione acciaio

nonché di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite di $w_l=0,2\text{mm}$ (Classe di esposizione XC4 ed armature poco sensibili).

Pertanto dovrà risultare:

Combinazione Quasi permanente : $w \leq 0,2\text{mm}$

Combinazione Frequente : $w \leq 0,3\text{mm}$

Verifica delle tensioni	I _p	N _{Ed}	M _{Ed}	CLS 32/40			ACCIAIO B450C		
				σ_c	$\sigma_{c,max} = 0,6 f_{ck}$	FS	σ_f	$\sigma_{f,max} = 0,8 f_{yk}$	FS
	[-]	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
combinazione rara	paramento	26.3	8.8	0.2	19.2	87.27	54.9	360.0	6.56
	fondazione	-	2.3	0.3	19.2	61.94	15.8	360.0	22.80

Tabella 32: verifica tensionale-combinazione rara

Verifica delle tensioni	I _p	N _{Ed}	M _{Ed}	CLS 32/40		
				σ_c	$\sigma_{c,max} = 0,45 f_{ck}$	FS
	[-]	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
Combinazione quasi permanente	paramento	26.3	6.7	0.2	14.4	72.00
	fondazione	0.0	1.0	0.3	14.4	48.00

Tabella 33: verifica tensionale- combinazione quasi permanente

Le verifiche risultano essere soddisfatte. La sezione inoltre risulta essere non fessurata.

9.1.7 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a $F= 79.5\text{kN}$, applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza $d= 1.00\text{ m}$ dalla base della barriera.

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Il muro presenta una larghezza pari a 0.7m. Si dispone nella mensola una staffatura di $\Phi 12/20$.

La funzione di tali staffe è duplice:

- **Equilibrare l'azione orizzontale F;**
- **Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.**

Per il punto 1. Il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a 45° della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi. Si considera una larghezza della piastra di 0.30m posizionata a 0.10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre $\Phi 12/20$ che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.



Figura 26: cono di diffusione verifica staffe orizzontali

In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a $F=79.5$ kN.

Le barre $\Phi 12/20$ oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove A_s è l'area della staffa e n è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione.

Nel caso in esame è stata assunta, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0.3m che permette di individuare, considerando una diffusione a 45° all'interno dello spessore del cordolo, una larghezza collaborante pari a 1.50m all'interno della quale si dispongono 7 ferri e 14 bracci.

Conseguentemente si ha:

verifica delle staffe orizzontali				
Larghezza collaborante	n bracci orizzontali	Fsd	Frd	FS
[m]	[-]	[KN]	[KN]	[-]

1.50	14	712.51	79.53	8.96
------	----	--------	-------	------

Tabella 34: verifica 1 del cordolo portabarriera

La verifica risulta soddisfatta.

Per il punto 2. Il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a 45° a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.

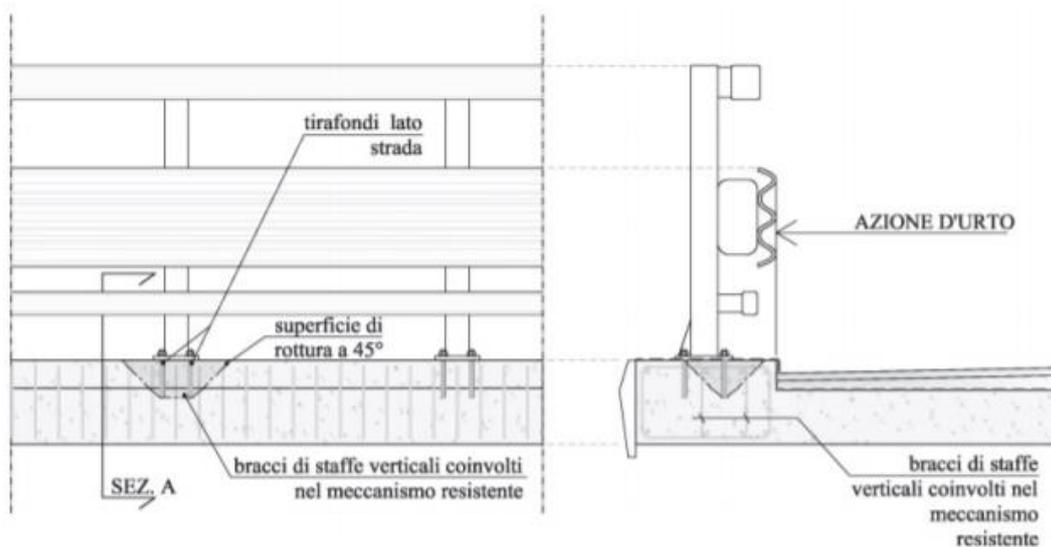


Figura 27: cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a $l = 0.22$ m e un'altezza h della barriera sopra tale piastra di 1 m, si stima T_d come:

$$T_d = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe $\Phi 12/20$. Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.22 m), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a 0.38m e longitudinale di 0.6m. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono 3.

Nel calcolare la resistenza delle staffe verticali si considera anche il contributo dei ferri longitudinali $\Phi 16/20$ del paramento che sono accoppiati alle staffe. Pertanto si calcola la trazione resistente pari a:

$$T_r = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Verifiche delle staffe verticali				
B_{long}	n	T_d	T_r	FS
[m]	[m]	[KN]	[KN]	[-]
0.6	3	361.48	424.12	1.17

Le verifiche risultano essere soddisfatte.

9.2 MURO TIPOLOGICO A1 (H=2m-fondazione diretta)

Di seguito si riportano i risultati delle analisi del muro di sostegno denominato "TIPOLOGICO A1" avente le seguenti caratteristiche geometriche:

Tipologico	fondazione	H _{paramento}	H _{fondazione}	L _{fondazione}	Mensola monte	Mensola valle
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
A1	diretta	2.0	0.70	3.20	2.00	0.60

Tabella 35: caratteristiche geometriche muri di sostegno

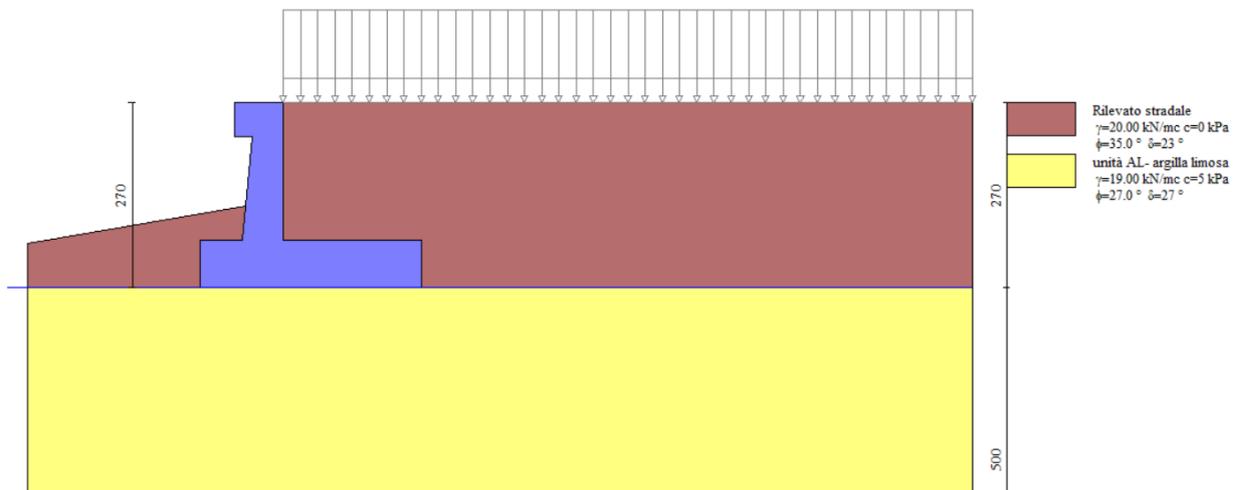


Figura 28: modello di calcolo muro tipologico A1

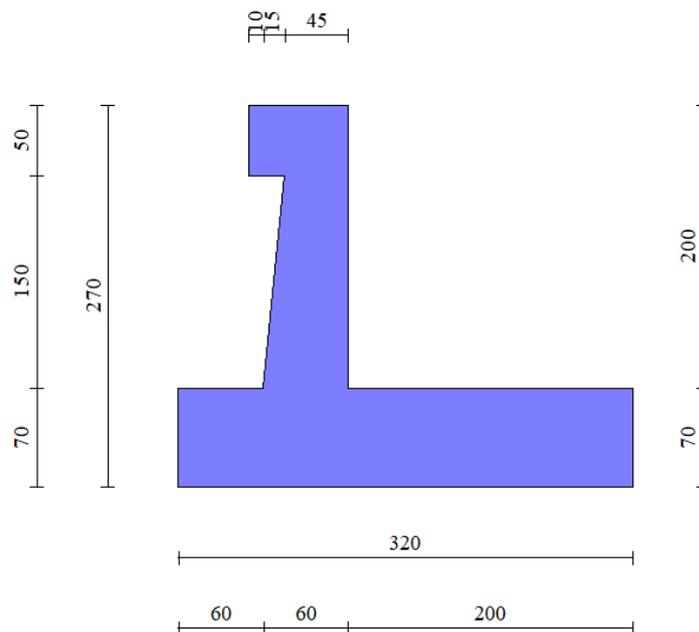


Figura 29: Geometria del muro di sostegno: sezione trasversale

9.2.1 Risultati e Sollecitazioni

Si riportano i risultati delle verifiche geotecniche e le sollecitazioni per le combinazioni statiche/sismiche e per la combinazione eccezionale d'urto. **Occorre precisare che nelle verifiche geotecniche il terreno dinanzi la fondazione è stato considerato pesante ma privo di resistenza passiva**

 Sintesi FS verifiche globali

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		3.108	3.836	--	--	--	--
2	STR (A1-M1-R3)	H + V	2.462	5.594	--	--	--	--
3	STR (A1-M1-R3)	H - V	2.354	6.053	--	--	--	--
4	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	1.437	--	--
5	GEO (A2-M2-R2)	H + V	--	--	--	1.686	--	--
6	GEO (A2-M2-R2)	H - V	--	--	--	1.628	--	--
7	EQU (A1-M1-R3)		--	--	10.640	--	--	--
8	EQU (A1-M1-R3)	H + V	--	--	6.544	--	--	--
9	EQU (A1-M1-R3)	H - V	--	--	4.570	--	--	--

Figura 30: Fattori di sicurezza verifiche statiche e sismiche

 Sintesi FS verifiche globali

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		1.948	4.109	--	--	--	--
2	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	2.019	--	--
3	EQU (A1-M1-R3)		--	--	2.302	--	--	--

Figura 31: Fattori di sicurezza- urto

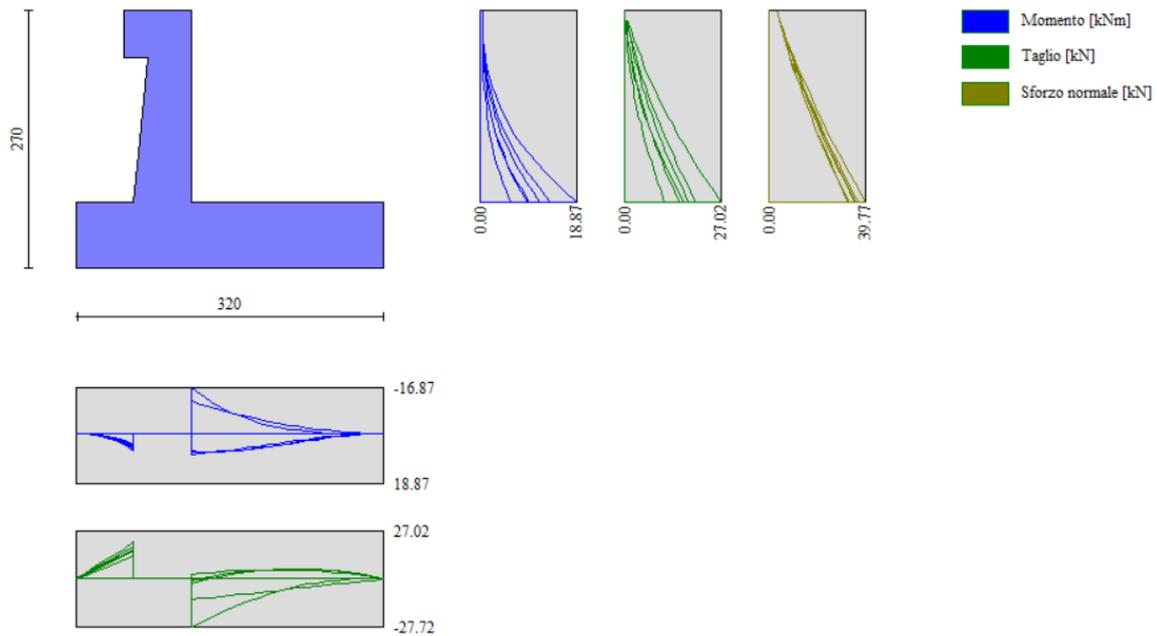


Figura 32: Involuppo diagrammi sollecitazioni- condizioni statiche e sismiche

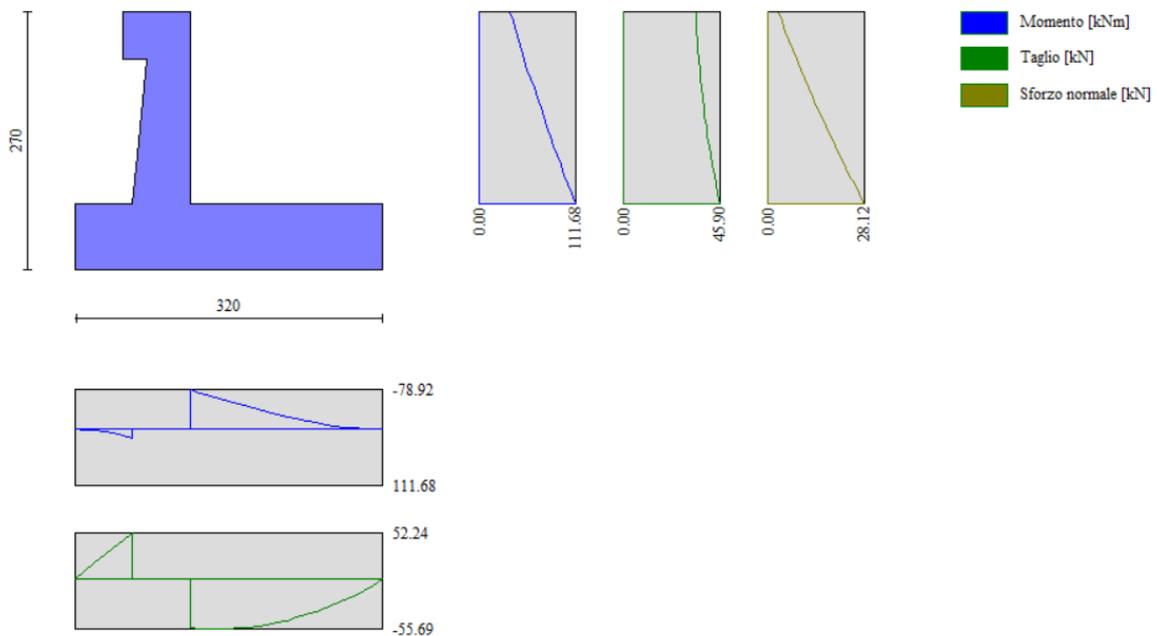


Figura 33: Involuppo diagrammi sollecitazioni - condizione urto

9.2.2 Verifica di stabilità globale

Si riportano i FS della verifica di stabilità globale effettuata con il metodo di Bishop in condizioni statiche e sismiche. Le verifiche di stabilità dei muri lato valle eseguite con il software di calcolo analizzano la condizione di stabilità

“locale” in corrispondenza del muro. Per l’analisi di stabilità del versante si rimanda alle relazioni di calcolo delle trincee.

Per maggiori dettagli su metodo delle strisce si rimanda al tabulato di calcolo.

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-3.50; 4.00	8.68	1.437
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	9.71	1.686
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	9.71	1.628

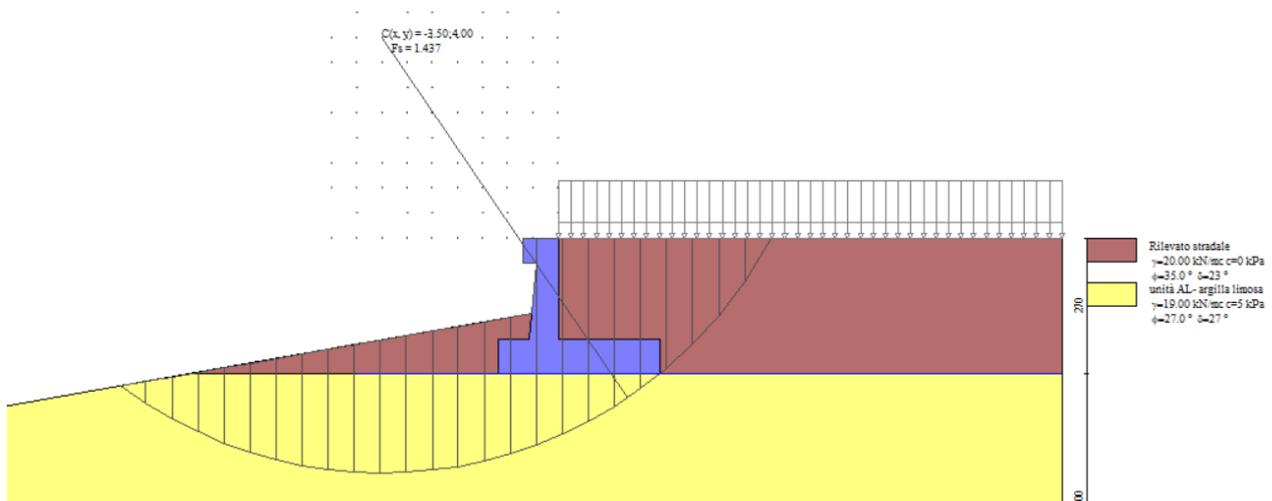


Figura 34: Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)_FS=1.437

9.2.3 Verifiche geotecniche SLE- SLD

Si riporta il calcolo dei cedimenti del muro di sostegno in esame in condizioni di esercizio secondo il metodo elastico così come definito al paragrafo 6.1.5 e il calcolo degli spostamenti in condizioni sismiche (SLD) secondo il metodo di Richards-Elms illustrato al par. 6.1.6.

Cedimenti

Simbologia adottata

Ic Indice combinazione
X, Y Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]
w Cedimento, espressa in [cm]
dw Cedimento differenziale, espressa in [cm]

Ic	X; Y [m]	w [cm]	dw [cm]
10	-1.20; -2.70	0.573	0.000
10	0.40; -2.70	0.873	0.300
10	2.00; -2.70	0.681	0.108
11	-1.20; -2.70	0.548	0.000
11	0.40; -2.70	0.831	0.283
11	2.00; -2.70	0.645	0.097
12	-1.20; -2.70	0.474	0.000
12	0.40; -2.70	0.703	0.230
12	2.00; -2.70	0.536	0.063

Spostamenti

Simbologia adottata

Cmb	Tipo combinazione
$a_{g,crit}$	accelerazione critica, espressa in $[m/s^2]$
Dmax	Spostamento orizzontale massimo, espressa in [cm]

Cmb	$a_{g,crit}$ [m/s ²]	Dmax [cm]
13 - SLEQ H + V	3.8504	0.0005
14 - SLEQ H - V	2.7900	0.0019

Sulla base del calcolo dei cedimenti e degli spostamenti in condizioni statiche e sismiche, si ritiene che i cedimenti indotti sul piano stradale risultano essere trascurabili.

9.2.4 Armatura paramento e piastra di fondazione

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione. Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo PressFle sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni.

Tabella 36: armature di progetto paramento e piastra di fondazione

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
Paramento	Φ16/20	Φ12/20	Piastra fondazione	Φ16/20	Φ16/20

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio, tuttavia si prevedono ganci Φ8/20x40 per legare le armature nel paramento e Φ8/40x40 in fondazione, ripartitori Φ12/20cm ed una opportuna staffatura per la mensola portabarriera di testa.

Tabella 37: armatura mensola portabarriera

Elemento	Armatura a taglio
	staffe
mensola di testa	Φ12/20cm

9.2.5 Verifiche allo SLU

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione e taglio per la sezione di base del paramento e per la fondazione. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 70mm.

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE						
Elemento		b	h	M _{Ed}	N _{Ed,min}	Armature	c	d	M _{Rd}	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[kN]		[mm]	[mm]	[kNm]	[-]
Paramento	monte	1000	600	111,7	29,4	Φ16/20	70	530	215,5	1,93
	valle					Φ12/20	70			

Fondazione	Superiore	1000	700	78,9	630	φ16/20	70	240,4	3,05
	Inferiore					φ16/20	70		

Tabella 38: verifica a pressoflessione

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio, tuttavia si prevedono ganci φ8/20x40 nel paramento e ganci φ8/40x40 in fondazione:

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo		TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
	b _w (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	A _s (mm ²)	N _{sd} (KN)	V _{sd} (KN)	σ _{cp} (Mpa)	ρ _t	k	f _{ck} (Mpa)	v _{min}	V _{Rdmin} (KN)	V _{Rct} (KN)	F.S.
Paramento	1000	600	50	550	5	16	1004,8	0	45,90	0	0,002	1,60	33,2	0,41	225,12	192,95	4,20
Fondazione	1000	700	50	650	5	16	1004,8	0	56,39	0	0,002	1,55	33,2	0,39	254,11	209,17	3,71

Tabella 39: verifica per elementi non armati a taglio

9.2.6 Verifiche allo SLE

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori limite riportati nella seguente tabella:

CALCESTRUZZO ELEVAZIONE/FONDAZIONE C32/40

σ _{c,max,Q.P.} = 0,45 f _{ck}	14.4	MPa	(combinazione di carico Quasi Permanente)
σ _{c,max,R.} = 0,60 f _{ck}	19.2	MPa	(combinazione di carico Rara)

Tabella 40: limiti tensione calcestruzzo

ACCIAIO

σ _{f,max} = 0,80 f _{yK}	360	MPa	(combinazione di carico Rara)
---	-----	-----	-------------------------------

Tabella 41: limiti tensione acciaio

nonché di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite di w_l=0,2mm (Classe di esposizione XC4 ed armature poco sensibili).

Pertanto dovrà risultare:

Combinazione Quasi permanente : w ≤ 0.2mm

Combinazione Frequente : w ≤ 0.3mm

Verifica delle tensioni	I _p [-]	N _{Ed} [kN]	M _{Ed} [kNm]	CLS 32/40			ACCIAIO B450C		
				σ _c [Mpa]	σ _{c,max} = 0,6 f _{ck} [Mpa]	FS [-]	σ _f [Mpa]	σ _{f,max} = 0,8 f _{yk} [Mpa]	FS [-]
combinazione rara	paramento	28,1	19,9	1,0	19,2	19,01	25,5	360,0	14,12
	fondazione	-	20,0	0,8	19,2	24,00	33,5	360,0	10,75

Tabella 42: verifica tensionale-combinazione rara

Verifica delle tensioni	I _p [-]	N _{Ed} [kN]	M _{Ed} [kNm]	CLS 32/40		
				σ _c [Mpa]	σ _{c,max} = 0,45 f _{ck} [Mpa]	FS [-]
Combinazione quasi permanente	paramento	28,1	13,4	0,6	14,4	22,50

	fondazione	0,0	7,9	0,3	14,4	48,00
--	------------	-----	-----	-----	------	-------

Tabella 43: verifica tensionale- combinazione quasi permanente

Le verifiche risultano essere soddisfatte. La sezione inoltre risulta essere non fessurata.

9.2.7 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a $F = 79.5 \text{ kN}$, applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza $d = 1.00 \text{ m}$ dalla base della barriera.

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

La mensola presenta una larghezza pari a 0.7m e uno spessore 0.5m. Si dispone nella mensola una staffatura di $\Phi 12/20$.

La funzione di tali staffe è duplice:

- **Equilibrare l'azione orizzontale F;**
- **Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.**

Per il punto 1. Il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a 45° della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi. Si considera una larghezza della piastra di 0.30m posizionata a 0.10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre $\Phi 12/20$ che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.

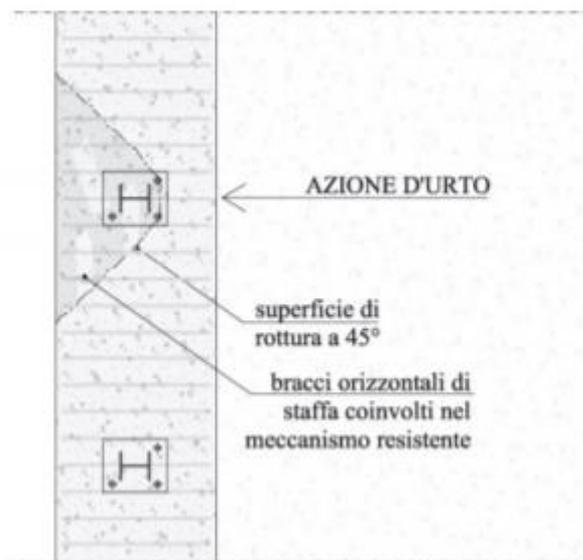


Figura 35: cono di diffusione verifica staffe orizzontali

In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a $F = 79.5 \text{ kN}$.

Le barre $\Phi 12/20$ oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove A_s è l'area della staffa e n è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione.

Nel caso in esame è stata assunta, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0.3m che permette di individuare, considerando una diffusione a 45° all'interno dello spessore del cordolo, una larghezza collaborante pari a 1.50m all'interno della quale si dispongono 7 ferri e 14 bracci.

Conseguentemente si ha:

verifica delle staffe orizzontali				
Larghezza collaborante	n bracci orizzontali	Fsd	Frd	FS
[m]	[-]	[KN]	[KN]	[-]
1.50	14	712.51	79.53	8.96

Tabella 44: verifica 1 del cordolo portabARRIERA

La verifica risulta soddisfatta.

Per il punto 2. Il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a 45° a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.

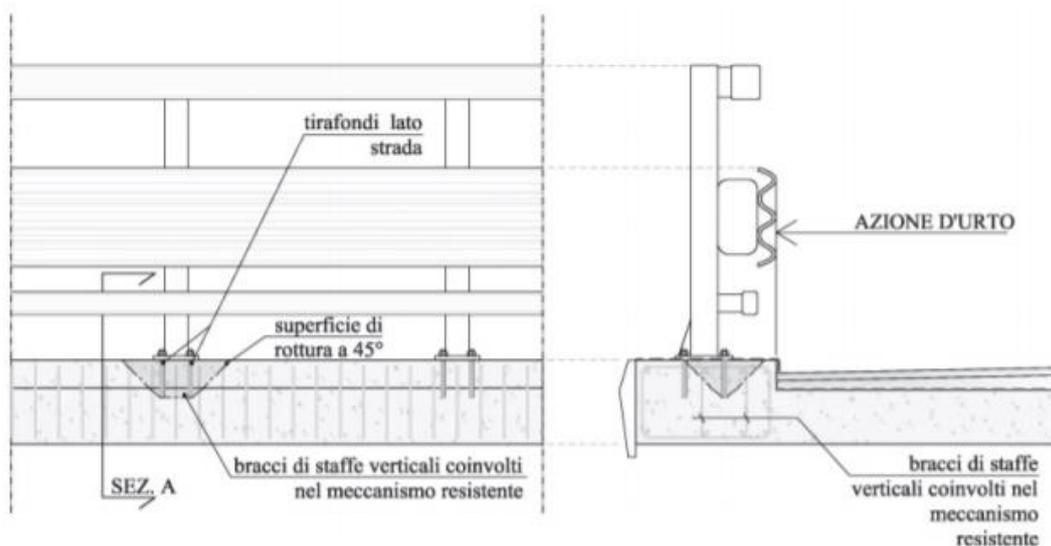


Figura 36: cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a $l = 0.22$ m e un'altezza h della barriera sopra tale piastra di 1 m, si stima T_d come:

$$T_d = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe $\Phi 12/20$. Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.22 m), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a 0.38m e longitudinale di 0.6m. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono 3.

Nel calcolare la resistenza delle staffe verticali si considera anche il contributo dei ferri longitudinali $\Phi 16/20$ del paramento che sono accoppiati alle staffe. Pertanto si calcola la trazione resistente pari a:

$$T_r = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Verifiche delle staffe verticali				
B_{long}	n	T_d	T_r	FS
[m]	[m]	[KN]	[KN]	[-]
0.6	3	361.48	424.12	1.17

Le verifiche risultano essere soddisfatte.

9.1 MURO TIPOLOGICO B1 (H=3m-fondazione diretta)

Di seguito si riportano i risultati delle analisi del muro di sostegno denominato "TIPOLOGICO B1" avente le seguenti caratteristiche geometriche:

Tipologico	fondazione	$H_{paramento}$	$H_{fondazione}$	$L_{fondazione}$	Mensola monte	Mensola valle
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
B1	diretta	3.0	0.70	3.00	2.00	0.30

Tabella 45: caratteristiche geometriche muri di sostegno

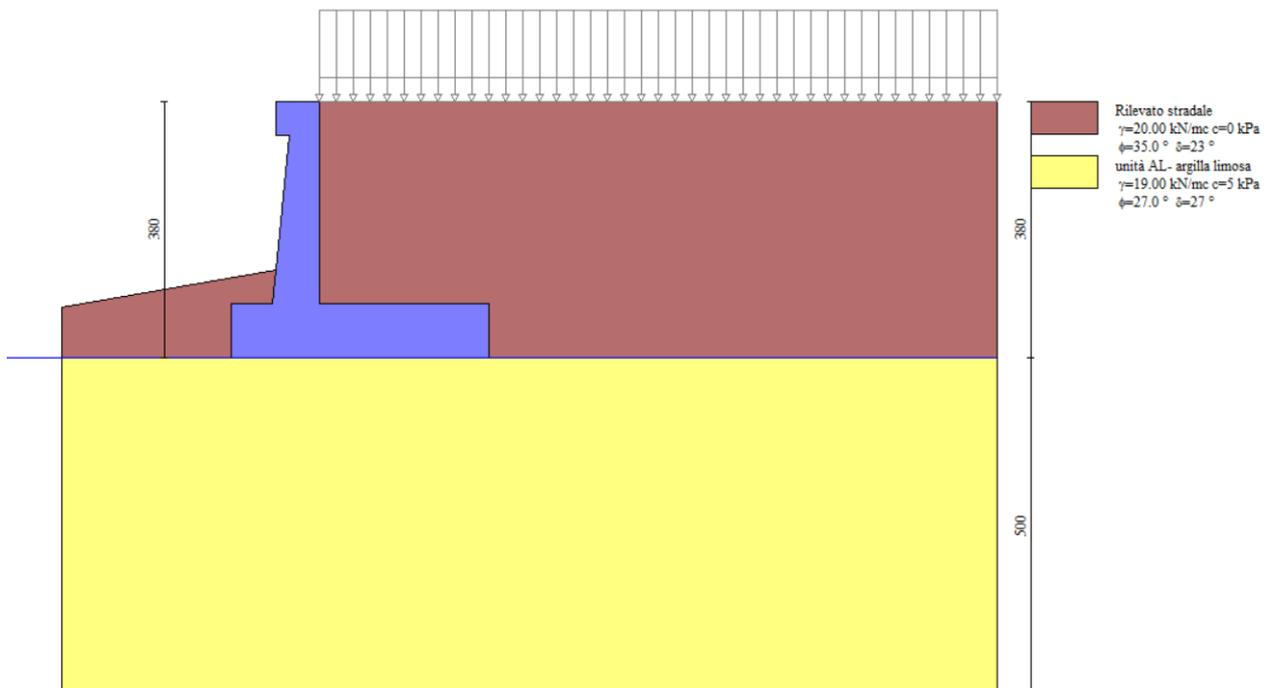


Figura 37: modello di calcolo muro tipologico B1

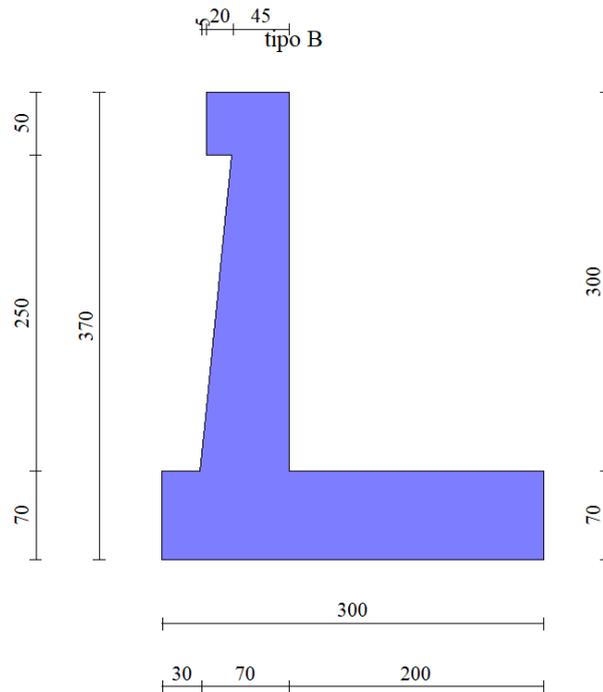


Figura 38: Geometria del muro di sostegno: sezione trasversale

9.1.1 Risultati e Sollecitazioni

Si riportano i risultati delle verifiche geotecniche e le sollecitazioni per le combinazioni statiche/sismiche e per la combinazione eccezionale d'urto. **Occorre precisare che nelle verifiche geotecniche il terreno dinanzi la fondazione è stato considerato pesante ma privo di resistenza passiva**

Sintesi FS verifiche globali

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		2.761	3.197	--	--	--	--
2	STR (A1-M1-R3)	H + V	2.220	4.378	--	--	--	--
3	STR (A1-M1-R3)	H - V	2.124	4.465	--	--	--	--
4	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	1.290	--	--
5	GEO (A2-M2-R2)	H + V	--	--	--	1.482	--	--
6	GEO (A2-M2-R2)	H - V	--	--	--	1.437	--	--
7	EQU (A1-M1-R3)		--	--	8.325	--	--	--
8	EQU (A1-M1-R3)	H + V	--	--	5.295	--	--	--
9	EQU (A1-M1-R3)	H - V	--	--	3.930	--	--	--

Figura 39: Fattori di sicurezza verifiche statiche e sismiche

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		3.290	10.023	--	--	--	--
2	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	2.522	--	--
3	EQU (A1-M1-R3)		--	--	3.618	--	--	--

Figura 40: Fattori di sicurezza- urto

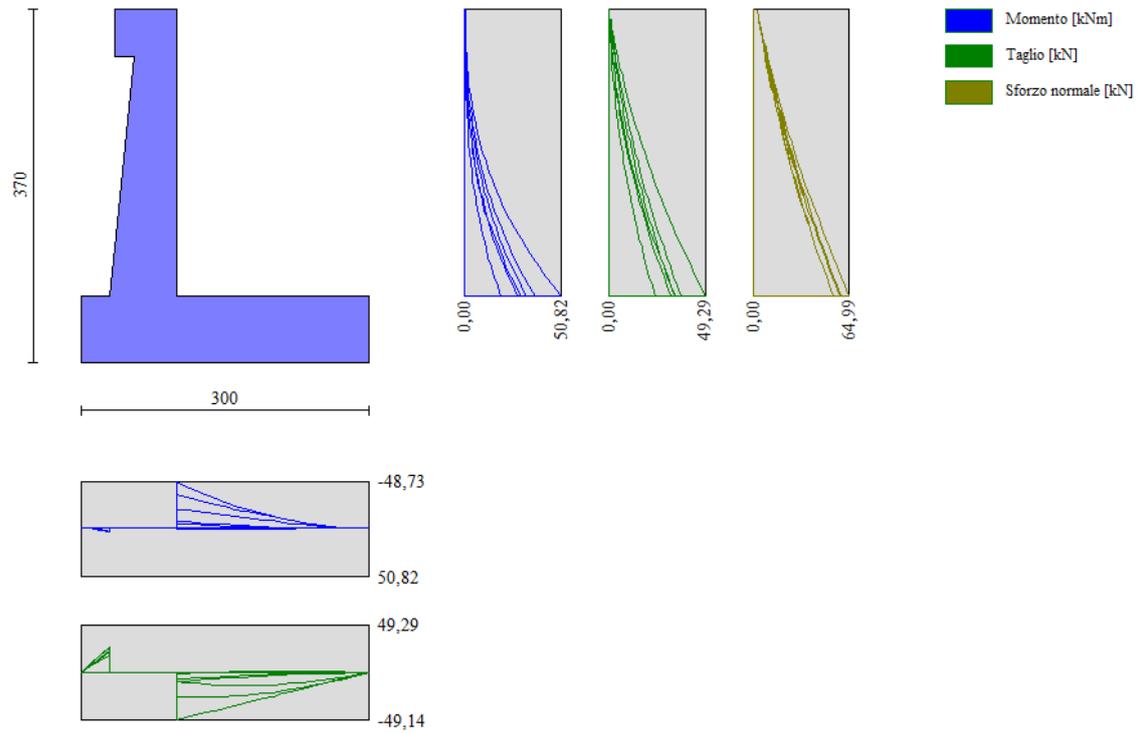


Figura 41: Involuppo diagrammi sollecitazioni- condizioni statiche e sismiche

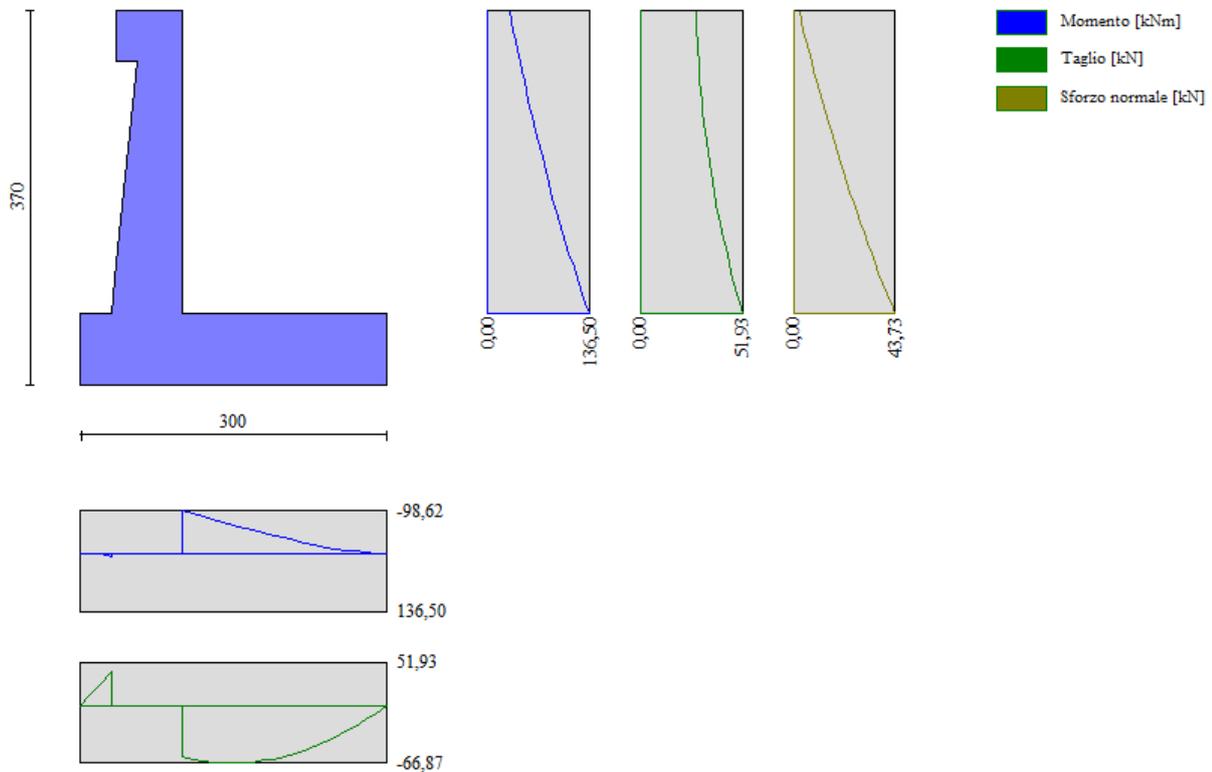


Figura 42: Involuppo diagrammi sollecitazioni - condizione urto

9.1.2 Verifica di stabilità globale

Si riportano i FS della verifica di stabilità globale effettuata con il metodo di Bishop in condizioni statiche e sismiche. Le verifiche di stabilità dei muri lato valle eseguite con il software di calcolo analizzano la condizione di stabilità "locale" in corrispondenza del muro. Per l'analisi di stabilità del versante si rimanda alle relazioni di calcolo delle trincee.

Per maggiori dettagli su metodo delle strisce si rimanda al tabulato di calcolo.

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	10.87	1.290
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	10.87	1.482
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	10.87	1.437

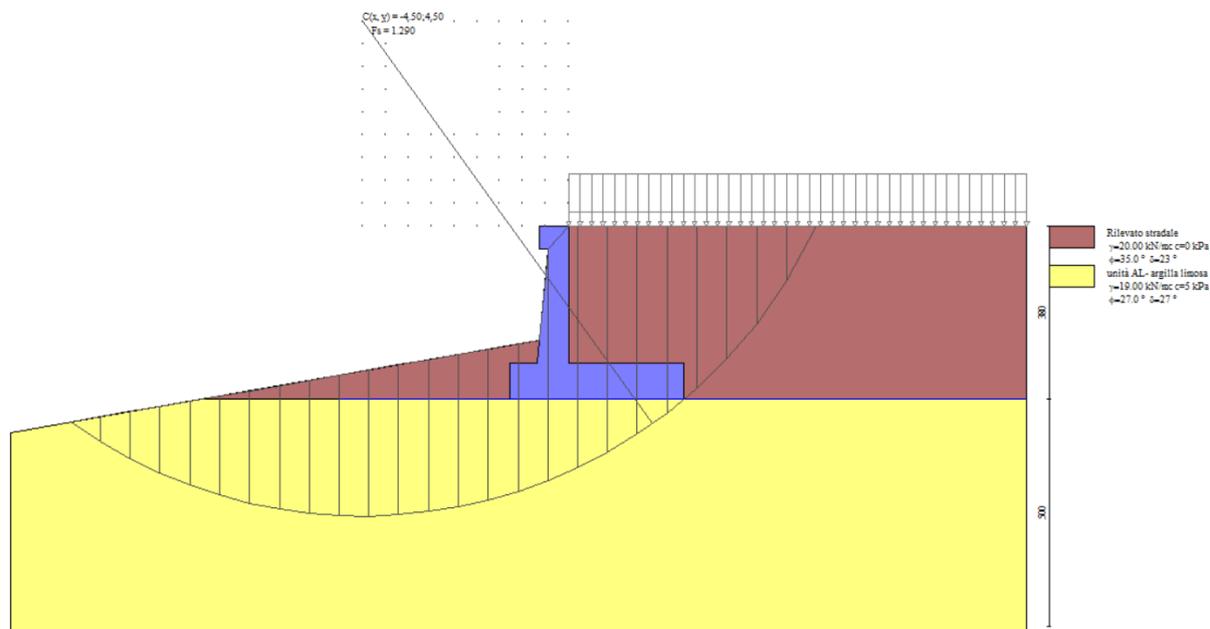


Figura 43: Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)_FS=1.29

9.1.3 Verifiche geotecniche SLE- SLD

Si riporta il calcolo dei cedimenti del muro di sostegno in esame in condizioni di esercizio secondo il metodo elastico così come definito al paragrafo 6.1.5 e il calcolo degli spostamenti in condizioni sismiche (SLD) secondo il metodo di Richards-Elms illustrato al par. 6.1.6.

Cedimenti

Simbologia adottata

Ic Indice combinazione
X, Y Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]
w Cedimento, espressa in [cm]
dw Cedimento differenziale, espressa in [cm]

Ic	X; Y	w	dw
----	------	---	----

	[m]	[cm]	[cm]
10	-1.30; -3.80	0.794	0.000
10	0.60; -3.80	1.236	0.442
10	2.50; -3.80	0.938	0.144
11	-1.30; -3.80	0.763	0.000
11	0.60; -3.80	1.186	0.422
11	2.50; -3.80	0.899	0.136
12	-1.30; -3.80	0.671	0.000
12	0.60; -3.80	1.036	0.365
12	2.50; -3.80	0.782	0.111

Spostamenti

Simbologia adottata

Cmb	Tipo combinazione
$a_{g,crit}$	accelerazione critica, espressa in $[m/s^2]$
Dmax	Spostamento orizzontale massimo, espressa in [cm]

Cmb	$a_{g,crit}$ [m/s^2]	Dmax [cm]
13 - SLEQ H + V	3.5386	0.0007
14 - SLEQ H - V	2.6004	0.0026

Sulla base del calcolo dei cedimenti e degli spostamenti in condizioni statiche e sismiche, si ritiene che i cedimenti indotti sul piano stradale risultano essere trascurabili.

9.1.4 Armatura paramento e piastra di fondazione

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione. Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo PressFle sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni.

Tabella 46: armature di progetto paramento e piastra di fondazione

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
Paramento	Φ16/20	Φ12/20	Piastra fondazione	Φ16/20	Φ16/20

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio, tuttavia si prevedono ganci Φ8/20x40 per legare le armature nel paramento e Φ8/40x40 in fondazione, ripartitori Φ12/20cm ed una opportuna staffatura per la mensola portabarriera di testa.

Tabella 47: armatura mensola portabarriera

Elemento	Armatura a taglio
	staffe
mensola di testa	Φ12/20cm

9.1.5 Verifiche allo SLU

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione e taglio per la sezione di base del paramento e per la fondazione. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 70mm.

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE						
Elemento		b	h	M _{Ed}	N _{Ed,min}	Armature	c	d	M _{Rd}	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[kN]		[mm]	[mm]	[kNm]	[-]
Paramento	monte	1000	700	136,5	65,0	φ16/20	70	630	280,3	2,05
	valle					φ12/20	70			
Fondazione	Superiore	1000	700	98,6		φ16/20	70	630	240,4	2,44
	Inferiore					φ16/20	70			

Tabella 48: verifica a pressoflessione

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio, tuttavia si prevedono ganci Φ10/20x40 nel paramento e ganci Φ10/40x40 in fondazione:

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo		TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
	b _w (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	As (mm ²)	N _{sd} (KN)	V _{sd} (KN)	σ _{cp} (Mpa)	ρ _t	k	f _{ck} (Mpa)	v _{min}	V _{Rdmin} (KN)	V _{Ret} (KN)	F.S.
Paramento	1000	700	70	630	5	16	1004,8	0	51,93	0	0,002	1,56	33,2	0,39	248,37	206,01	3,97
Fondazione	1000	700	70	630	5	16	1004,8	0	66,87	0	0,002	1,56	33,2	0,39	248,37	206,01	3,08

Tabella 49: verifica per elementi non armati a taglio

9.1.6 Verifiche allo SLE

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori limite riportati nella seguente tabella:

CALCESTRUZZO ELEVAZIONE/FONDAZIONE C32/40

σ _{c,max,Q.P.} = 0,45 f _{cK}	14.4	MPa	(combinazione di carico Quasi Permanente)
σ _{c,max,R.} = 0,60 f _{cK}	19.2	MPa	(combinazione di carico Rara)

Tabella 50: limiti tensione calcestruzzo

ACCIAIO

σ _{f,max} = 0,80 f _{yK}	360	MPa	(combinazione di carico Rara)
---	-----	-----	-------------------------------

Tabella 51: limiti tensione acciaio

nonché di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite di w_l=0,2mm (Classe di esposizione XC4 ed armature poco sensibili).

Pertanto dovrà risultare:

Combinazione Quasi permanente : w ≤ 0.2mm

Combinazione Frequente : w ≤ 0.3mm

Verifica delle tensioni	I _p [-]	N _{Ed} [kN]	M _{Ed} [kNm]	CLS 32/40			ACCIAIO B450C		
				σ _c [Mpa]	σ _{c,max} = 0,6 f _{ck} [Mpa]	FS [-]	σ _f [Mpa]	σ _{f,max} = 0,8 f _{yk} [Mpa]	FS [-]
combinazione rara	paramento	59,6	37,1	1,4	19,2	14,01	32,5	360,0	11,08
	fondazione	-	9,5	0,4	19,2	50,53	15,9	360,0	22,64

Tabella 52: verifica tensionale-combinazione rara

Verifica delle tensioni	I _p [-]	N _{Ed} [kN]	M _{Ed} [kNm]	CLS 32/40		
				σ _c [Mpa]	σ _{c,max} = 0,45 f _{ck} [Mpa]	FS [-]
Combinazione quasi permanente	paramento	53,8	23,4	0,8	14,4	18,46
	fondazione	0,0	2,7	0,1	14,4	144,00

Tabella 53: verifica tensionale- combinazione quasi permanente

Le verifiche risultano essere soddisfatte. La sezione inoltre risulta essere non fessurata.

9.1.7 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a $F = 79.5 \text{ kN}$, applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza $d = 1.00 \text{ m}$ dalla base della barriera.

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

La mensola presenta una larghezza pari a 0.7m e uno spessore 0.5m. Si dispone nella mensola una staffatura di $\Phi 12/20$.

La funzione di tali staffe è duplice:

- **Equilibrare l'azione orizzontale F;**
- **Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.**

Per il punto 1. Il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a 45° della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi. Si considera una larghezza della piastra di 0.30m posizionata a 0.10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre $\Phi 12/20$ che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.

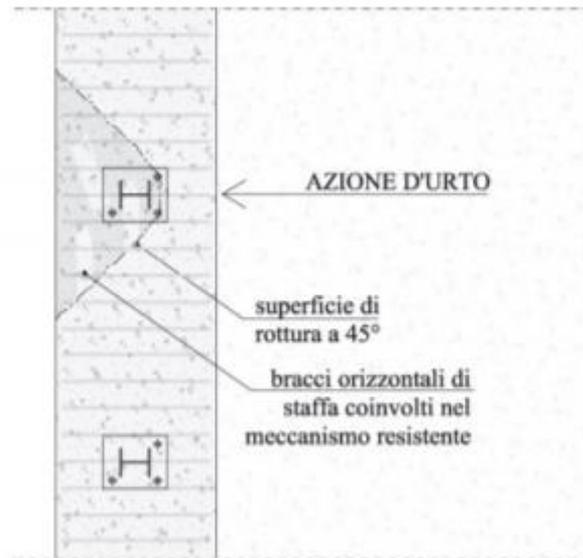


Figura 44: cono di diffusione verifica staffe orizzontali

In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a $F=79.5$ kN.

Le barre $\Phi 12/20$ oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove A_s è l'area della staffa e n è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione.

Nel caso in esame è stata assunta, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0.3m che permette di individuare, considerando una diffusione a 45° all'interno dello spessore del cordolo, una larghezza collaborante pari a 1.50m all'interno della quale si dispongono 7 ferri e 14 bracci.

Conseguentemente si ha:

verifica delle staffe orizzontali				
Larghezza collaborante	n bracci orizzontali	Fsd	Frd	FS
[m]	[-]	[KN]	[KN]	[-]
1.50	14	712.51	79.53	8.96

Tabella 54: verifica 1 del cordolo portabarriera

La verifica risulta soddisfatta.

Per il punto 2. Il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a 45° a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.

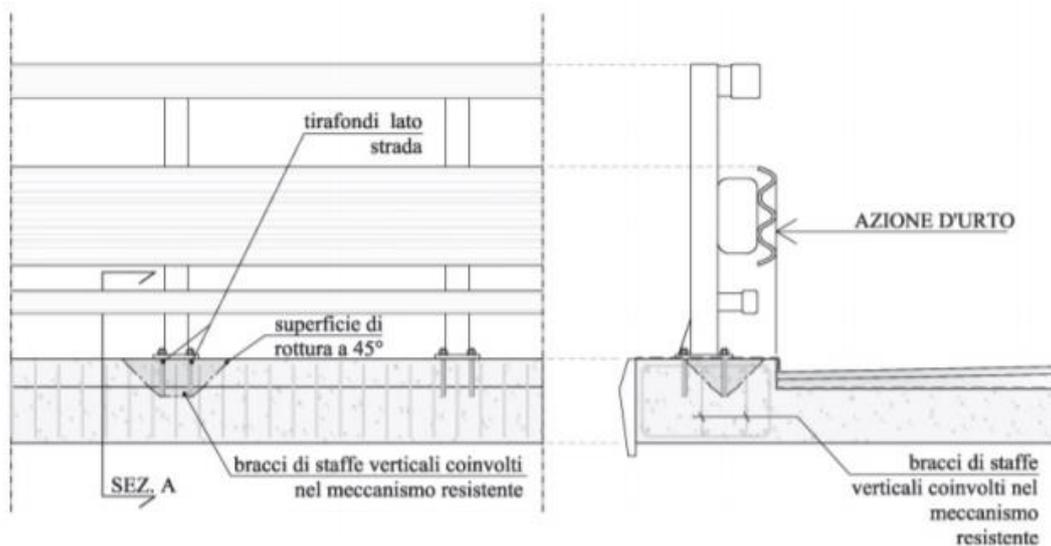


Figura 45: cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a $l = 0.22$ m e un'altezza h della barriera sopra tale piastra di 1 m, si stima T_d come:

$$T_d = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe $\Phi 12/20$. Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.22 m), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a 0.38m e longitudinale di 0.6m. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono 3.

Nel calcolare la resistenza delle staffe verticali si considera anche il contributo dei ferri longitudinali $\Phi 16/20$ del paramento che sono accoppiati alle staffe. Pertanto si calcola la trazione resistente pari a:

$$T_r = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Verifiche delle staffe verticali				
B_{long}	n	T_d	T_r	FS
[m]	[m]	[KN]	[KN]	[-]
0.6	3	361.48	424.12	1.17

Le verifiche risultano essere soddisfatte.

9.2 MURO TIPOLOGICO C1 su 2 pali ($H_{\text{paramento}}=4\text{m}$)

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato per il muro tipologico C1 avente un'altezza del paramento pari a 4m. Esso è fondato su 2 pali di diametro $D=800\text{mm}$ e lunghezza $L=14\text{m}$.

tipologico	fondazione	$H_{\text{paramento}}$	$H_{\text{fondazione}}$	N°pali	D_{pali}	L_{pali}
		[m]	[m]		[m]	[m]
C1	pali	4	1.0	2	0.80	14

Tabella 55: caratteristiche geometriche muri di sostegno

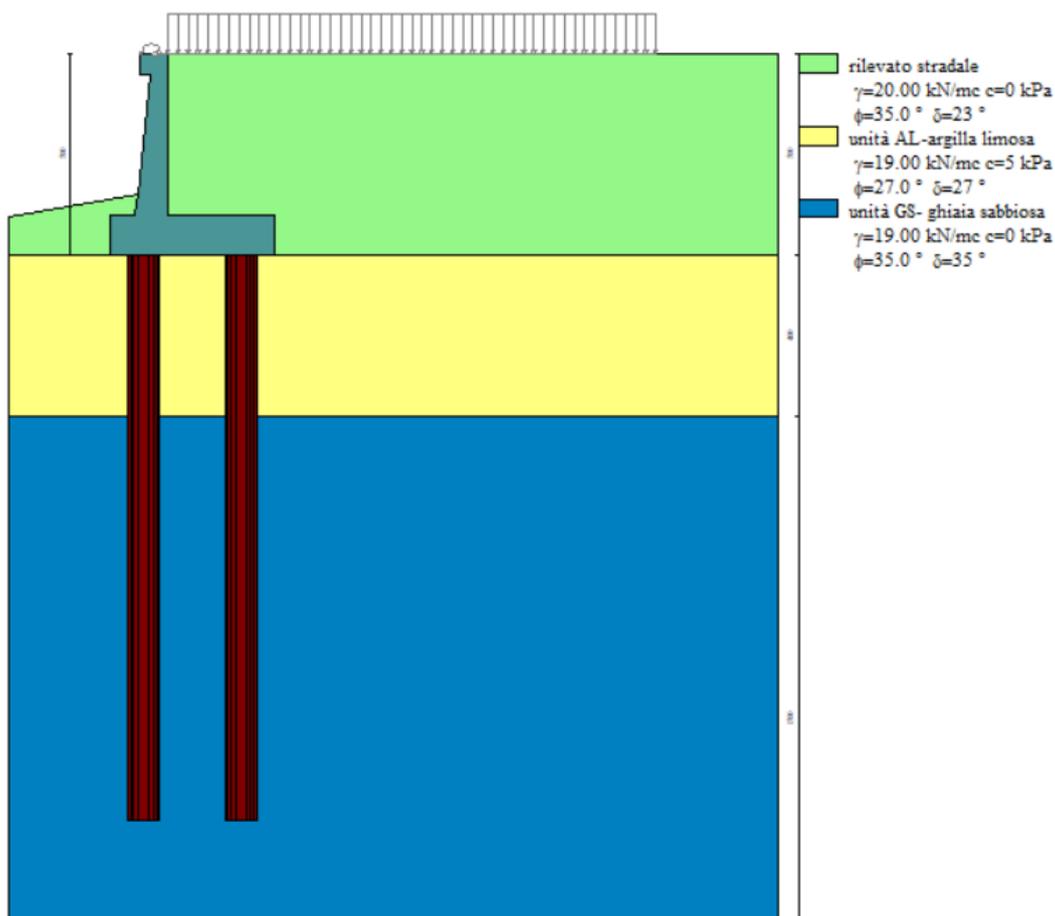


Figura 46: modello di calcolo muro tipologico C1

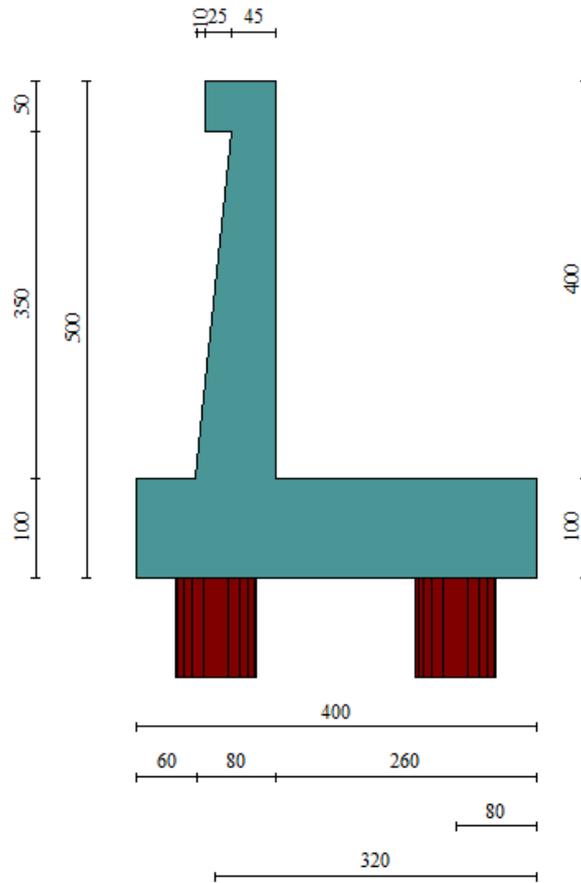


Figura 47: Geometria del muro di sostegno: sezione trasversale

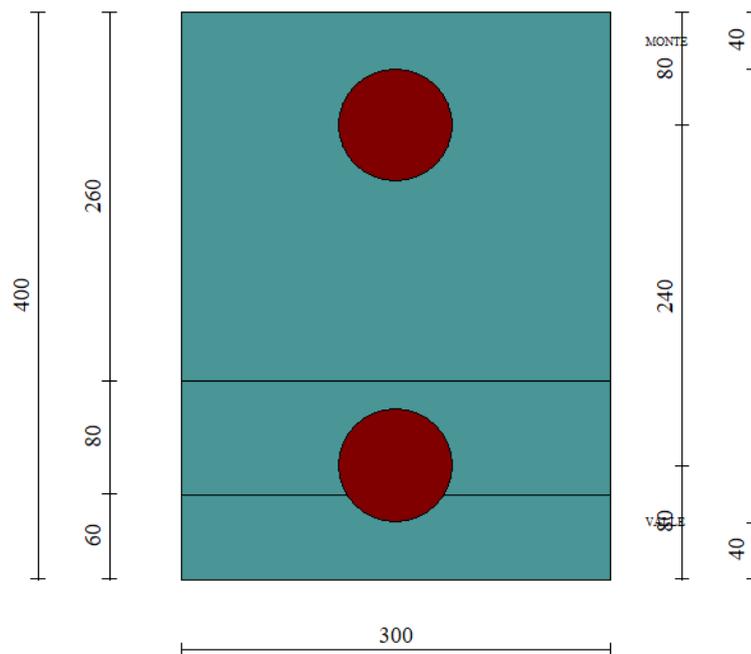


Figura 48: pianta fondazione su pali

9.2.1 Sollecitazioni Paramento

Si riportano le sollecitazioni sul paramento che non sono influenzate dalla lunghezza dei pali o dalla tipologia di terreno di fondazione ma esclusivamente dal terreno spingente a tergo. **Occorre precisare che nelle verifiche geotecniche il terreno dinanzi la fondazione è stato considerato pesante ma privo di resistenza passiva**

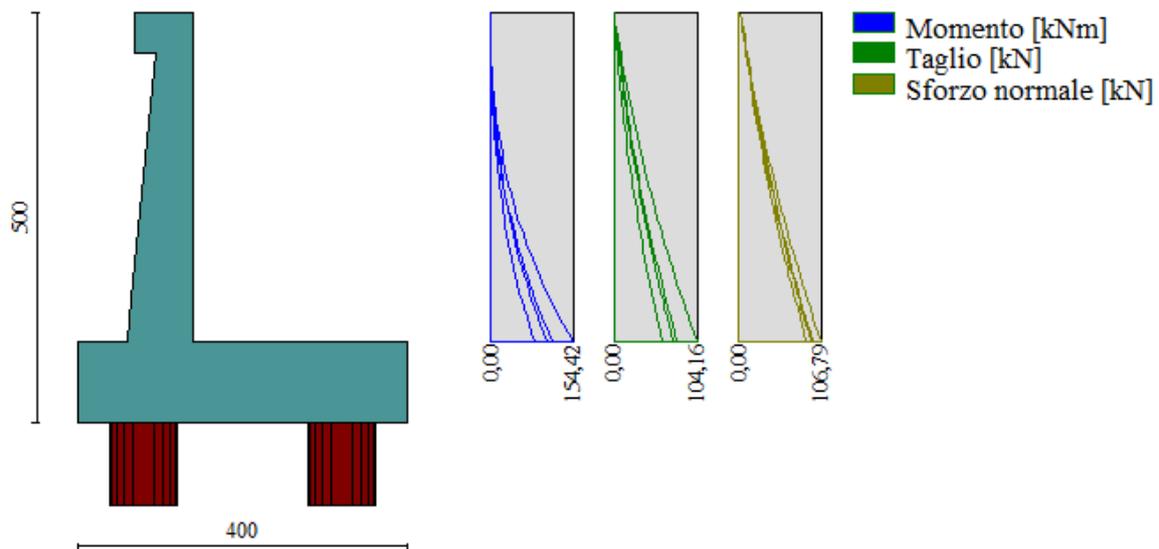


Figura 49 – Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni statiche

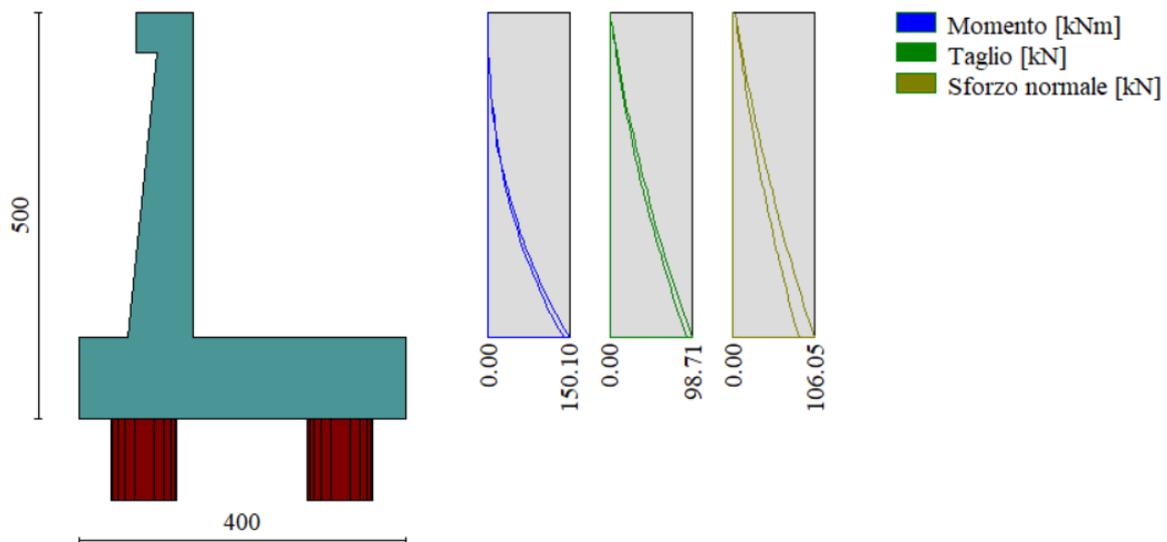


Figura 50- Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni sismiche

Si riportano le sollecitazioni sul paramento per l'azione eccezionale d'urto, calcolata facendo riferimento ad una lunghezza di diffusione pari alla lunghezza minima del concio (L=6m).

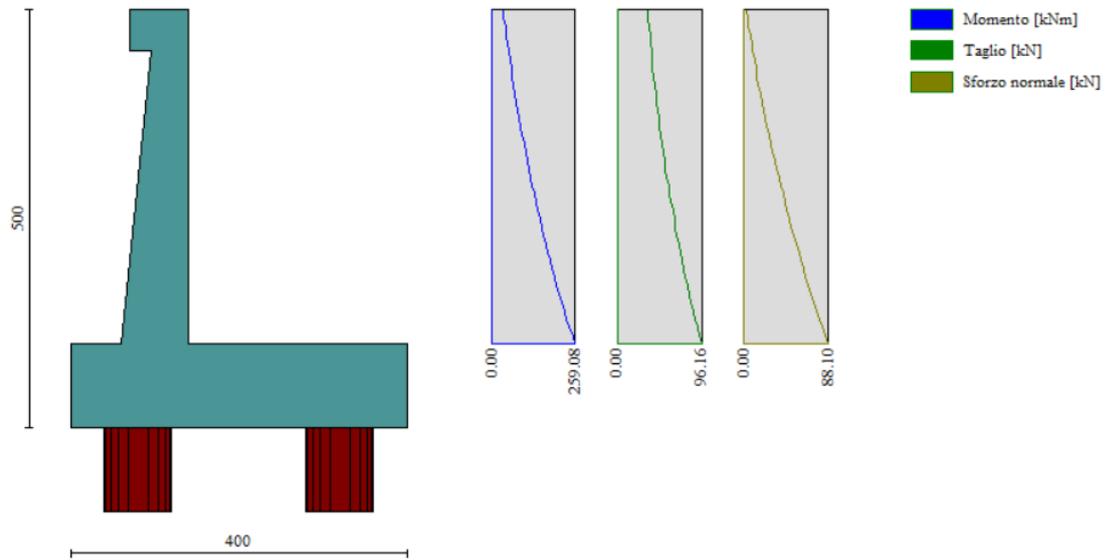


Figura 51: Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni eccezionali d'urto

9.2.2 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione

Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo PressFle sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 70mm.

Elemento	STATICA				SISMICA				URTO			
	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ted	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ted	MY, Ed	MX, Ed	NEd,min	Ted,min
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Paramento	154.42	-	106.79	104.16	150.1	-	106.05	98.71	259.08	-	88.10	96.16
Fondazione	187.91	234.7	-	239.92	273.02	110.21	-	185.49	218.68	110.23	-	133.37

SLE rara				SLE quasi permanente				SLE frequente			
MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved
[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
115.19	-	95.84	78.77	82.38	-	88.10	60.82	106.99	-	93.91	74.28
175.75	228	-	224.43	157.38	197.9		201.0	171.16	220.8		218.6

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione.

Tabella 56: Armature di progetto paramento e piastra fondazione

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
Paramento	Φ20/20	Φ16/20	Piastra fondazione	Φ20/20	Φ20/20

Si dispongono ripartitori in fondazione Φ16/20 e nel paramento Φ12/20.

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE							
Elemento		b	h	M _{ed,y}	M _{ed,x}	N _{Ed,min}	Armature	c	d	M _{Rd}	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[kNm]	[kN]		[mm]	[mm]	[kNm]	[-]
Paramento	monte	1000	800	259.1	-	106.8	φ20/20	70	730	463.2	1.79
	valle						φ16/20	70			
Fondazione	Superiore	1000	1000	218.7	-		φ20/20	70	930	546.7	2.50
	Inferiore						φ20/20	70			
Fondazione (ripartitori)	Superiore	1000	1000		234.7		φ16/20	70	930	354.4	1.51
	Inferiore						φ16/20	70			

Tabella 57: verifica a pressoflessione

Per il paramento e la fondazione le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio.

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo		TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
	b _w (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	A _s (mm ²)	N _{sd} (KN)	V _{sd} (KN)	σ _{cp} (Mpa)	ρ _t	k	f _{ck} (Mpa)	v _{min}	V _{Rdmin} (KN)	V _{Ret} (KN)	F.S.
Paramento	1000	800	70	730	5	20	1570	0	104.16	0	0.002	1.52	33.2	0.38	276.82	256.98	2.47
Fondazione	1000	1000	70	930	5	20	1570	0	239.92	0	0.002	1.46	33.2	0.36	332.14	290.17	1.21

Tabella 58: verifica elementi non armati a taglio

Tuttavia si prevedono nel paramento **ganci Φ10/20x40** mentre in fondazione si dispongono **ganci Φ10/40x40**.

Si riportano infine le verifiche tensionali e a fessurazione:

Verifica delle tensioni	I _p	N _{Ed}	CLS 32/40						ACCIAIO B450C					
			M _{ed,y}	M _{ed,x}	σ _{c,y}	σ _{c,x}	σ _{c,max = 0,6 f_{ck}}	FS _y	FS _x	σ _{f,y}	σ _{f,x}	σ _{f,max = 0,8 f_{yk}}	FS _y	FS _x
			[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]
combinazione rara	Param.	95,8	115,2	-	3,6		19,2	5,35	-	117,6		360,0	3,06	-
	Fond.	-	175,8	228,4	3,8	5,0	19,2	5,00	3,86	197,5	256,6	360,0	1,82	1,40

Tabella 59: verifica tensionale combinazione rara

Verifica delle tensioni	CLS 32/40								
	I _p	N _{Ed}	M _{ed,y}	M _{ed,x}	σ _{c,y}	σ _{c,x}	σ _{c,max = 0,45 f_{ck}}	FS _y	FS _x
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]
Combinazione quasi permanente	paramento	88,1	82,4	-	2,5	-	14,4	5,71	-
	fondazione	0,0	157,4	197,9	3,5	4,3	14,4	4,17	3,34

Tabella 60: verifica tensionale combinazione quasi permanente

Dalla verifica a fessurazione emerge che il muro di sostegno non è fessurato.

9.2.3 Sollecitazioni in testa ai pali e lungo il fusto

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di taglio, momento e sforzo normale. Si fa notare che nel software di calcolo, i pali sono stati considerati incernierati in testa ottenendo le sollecitazioni in termini di sforzo normale e taglio. Nella realtà i pali risultano essere incastrati nel plinto di fondazione, pertanto il valore del momento flettente verrà determinato sulla base della teoria di Matlock e Reese di seguito descritta.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incernierati a tale piastra.

Lo sforzo normale nei pali è calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{M}{d}$$

Dove d rappresenta l'interasse trasversale tra i pali.

Pertanto, allo sforzo normale derivato dal codice di calcolo è stato sommato il contributo di compressione o di trazione generato dall'azione flettente, per tener conto dell'interazione palo-terreno.

Le azioni derivanti da questo modello vengono confrontate con le curve di capacità portante dei pali di fondazione.

Mentre le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali come di seguito riportato:

$$V_i = \frac{V_{Ed}}{n}$$

In definitiva, gli scarichi a testa palo sono pari a quanto di seguito riportato.

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	735.29	0	-229.72
	2	834.3	0	-229.72
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	409.22	0	-305.62
	2	1015.41	0	-305.62
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	258.17	0	-288.92
	2	877.1	0	-288.92
4- ECCEZ. URTO L=9m	1	354.41	0	-193.52
	2	908.88	0	-193.52
5 - SLER	1	711.56	0	-174.17

	2	736.8	0	-174.17
6 - SLEF	1	688.54	0	-165.75
	2	713.56	0	-165.75
7 - SLEQ	1	619.46	0	-140.51
	2	643.83	0	-140.51

Tabella 61: Scarichi in testa ai pali

Per la valutazione del momento flettente a testa palo si è utilizzata la teoria di Matlock e Reese per la quale il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente α (espresso in metri) "coefficiente di Matlock e Reese":

$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente α dipende principalmente dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e, generalmente, fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo, D , α dipende quindi dalla rigidità del terreno.

Per il caso in esame si fa riferimento al seguente valore del coefficiente α di Matlock & Reese. Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica.

Tuttavia nelle verifiche si è fatto riferimento alla condizione più gravosa assumendo il seguente valore del coefficiente α relativo ai muri su pali da realizzarsi nel tratto compreso tra le progressive pk 0+060 a 0+100

PALI D800
$\alpha = 1.3974 \text{ m}$

Tabella 62: parametro α

Vengono riportate nella tabella che segue le sollecitazioni in testa ai pali.

Combinazione	Ip	V	α	M	N	N+M/d
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	229.7	1.397	321.0	735.3	467.8
	2	229.7	1.397	321.0	834.3	1101.8
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	305.6	1.397	427.1	409.2	53.3
	2	305.6	1.397	427.1	1015.4	1371.3
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	288.9	1.397	403.7	258.2	-78.3
	2	288.9	1.397	403.7	877.1	1213.5
ECCEZ. URTO	1	193.5	1.397	270.4	354.4	129.1
	2	193.5	1.397	270.4	908.9	1134.2
SLE - Rara	1	174.2	1.397	243.4	711.6	508.7
	2	174.2	1.397	243.4	736.8	939.6
SLE - Frequente	1	165.8	1.397	231.6	688.5	495.5
	2	165.8	1.397	231.6	713.6	906.6
SLE - Quasi Permanente	1	140.5	1.397	196.3	619.5	455.8
	2	140.5	1.397	196.3	643.8	807.5

Tabella 63: sollecitazioni in testa ai pali

Si riportano inoltre nella seguente tabella, ai fini delle prove in corso d'opera, le sollecitazioni in punta ai pali pari a 1.5SLE (ai sensi del par. 6.4.3.7.2. delle NTC 2018):

Combinazione	Ip	V	α	M	N
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]
1.5*SLE_rara	1	261.3	1.397	365.1	1067.3
	2	261.3	1.397	365.1	1105.2

Tabella 64: sollecitazioni 1.5*SLE

Al fine di determinare le sollecitazioni lungo il fusto del palo si fa riferimento alla già citata teoria di Matlock&Reese secondo cui i valori di momento flettente e taglio possono essere determinati secondo le seguenti espressioni:

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

$$\begin{aligned} \text{Taglio: } F &= A_v F_0 + B_v M_0/T \\ \text{Momento: } M &= A_m F_0 T + B_m M_0 \end{aligned}$$

Dove:

- A_v, A_m, B_v, B_m sono i coefficienti adimensionali di flessibilità della sommità del palo;
- F_0 è il taglio massimo in testa al palo allo SLU/SLV;
- M_0 è il momento massimo in sommità per palo impedito di ruotare pari a $M_0 = -\alpha F_0$
- T è la lunghezza elastica pari a $T = (EJ/K_h)^{0.20}$
-

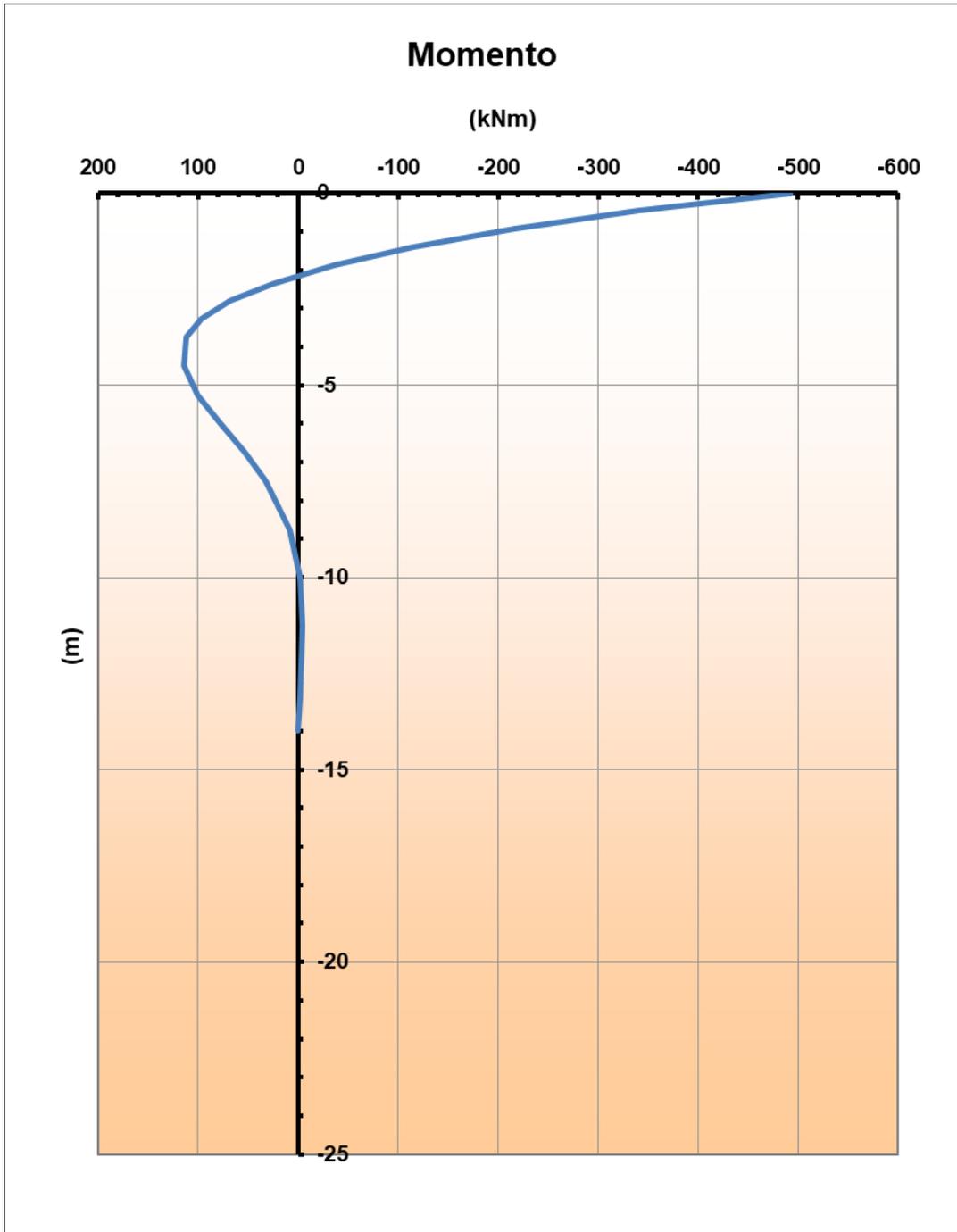
Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati della Relazione Geotecnica.

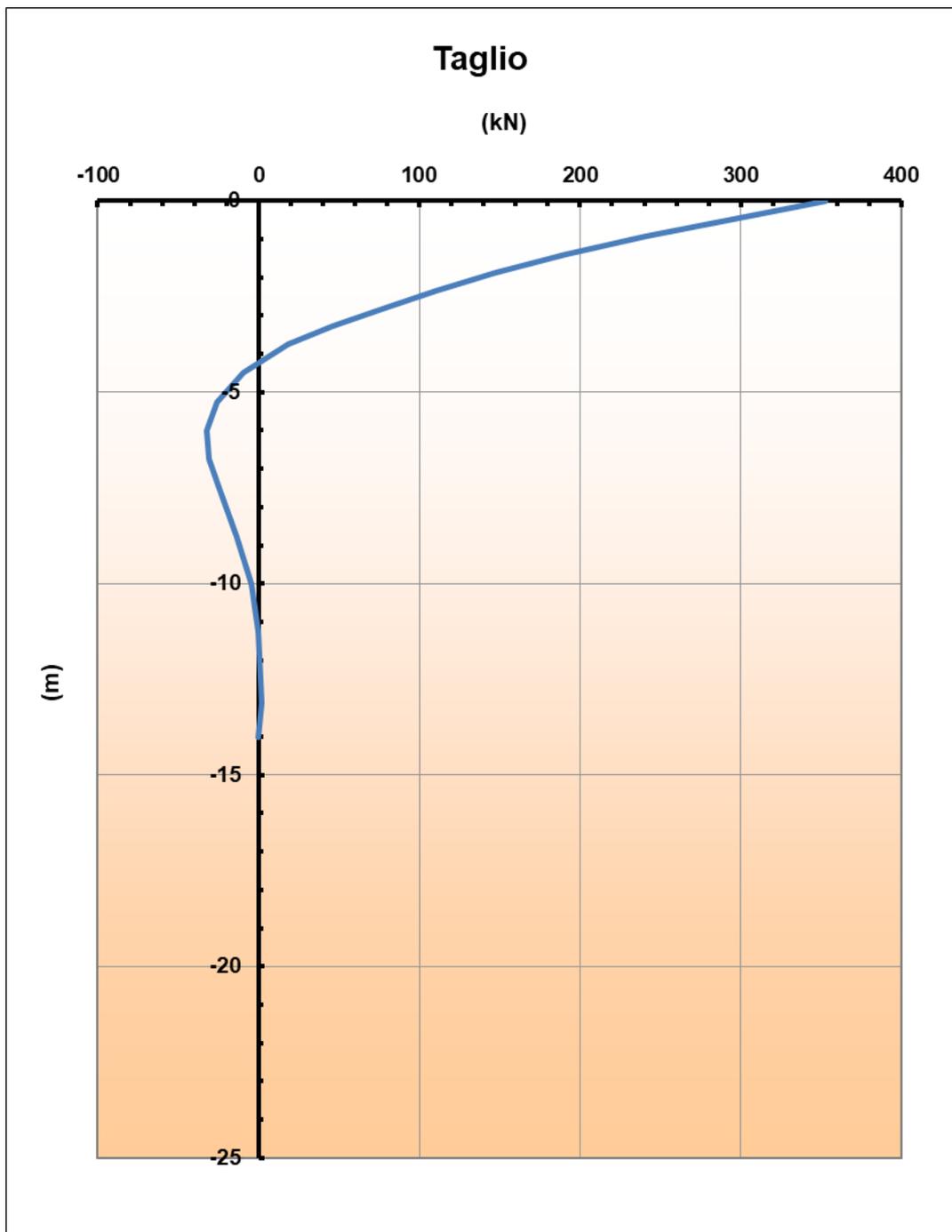
Per il caso in esame si ha:

z	z/T	A_v	A_m	B_v	B_m
[m]					
0.00	0	1	0	0	1
-0.47	0.241	0.693	0.2022	-0.2007	0.9737
-0.94	0.482	0.4419	0.3372	-0.3356	0.9073
-1.41	0.722	0.2422	0.4181	-0.4176	0.8152
-1.87	0.963	0.0893	0.4567	-0.4584	0.7087
-2.34	1.204	-0.0229	0.4635	-0.4689	0.5963
-2.81	1.445	-0.1104	0.4469	-0.4563	0.4843
-3.28	1.686	-0.1744	0.4119	-0.4248	0.3777
-3.75	1.926	-0.2167	0.3644	-0.3756	0.2805
-4.50	2.312	-0.2354	0.2754	-0.291	0.1508
-5.25	2.697	-0.2167	0.1868	-0.1991	0.0566
-6.00	3.082	-0.1751	0.1106	-0.1171	-0.0036
-6.75	3.467	-0.1247	0.0527	-0.0528	-0.0354
-7.50	3.853	-0.0736	0.0142	-0.0066	-0.0463
-8.75	4.495	-0.0221	-0.0151	0.0223	-0.0388
-10.00	5.137	0.0038	-0.019	0.0243	-0.0223
-11.25	5.779	0.011	-0.0132	0.0151	-0.0092
-13.13	6.742	0.0072	-0.0034	0.0036	-0.0006

-14.00	-7.191	0	0	0	0
--------	--------	---	---	---	---

Si riportano i diagrammi relativi al profilo delle sollecitazioni flettenti e di taglio lungo il fusto del palo, calcolate considerando la combinazione di carico più gravosa (SLV).





Il momento flettente e il taglio massimi vengo raggiunti in corrispondenza della sommità dei pali.

Nel caso in esame si considera una armatura di progetto uniforme per l'intera lunghezza del palo, pertanto, le verifiche verranno effettuate considerando le sollecitazioni massime agenti.

9.2.4 Verifiche strutturali pali

Per i pali di fondazione di diametro $D=800\text{mm}$ si prevedono le seguenti armature:

gabbia $20\phi 24$ e staffa a spirale $\phi 12/20$;

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per i pali ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 8.9cm

9.2.4.1 Verifiche SLU-Pressoflessione

Occorre osservare che la determinazione dell'armatura nei pali di fondazione dipende anche dal soddisfacimento della verifica a carico limite orizzontale (Broms) riportata al paragrafo 10.1.5.

Si riporta in seguito la verifica a presso-flessione.

Verifica a pressoflessione	I_p	M_{Ed}	N_{Ed}	M_{Rd}	FS
	[-]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	321.0	735.3	1095.6	3.41
	2	321.0	834.3	1113.3	3.47
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	427.1	409.2	1042.1	2.44
	2	427.1	1015.4	1140.9	2.67
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	403.7	258.2	1014.7	2.51
	2	403.7	877.1	1119.9	2.77
URTO	1	270.4	354.4	1007.9	3.73
	2	270.4	908.9	1144.7	4.23

Tabella 65: Verifica a pressoflessione

9.2.4.2 Taglio

Le verifiche a taglio sono state condotte con riferimento ad elementi in c.a. armati a taglio, avendo assunto come inclinazione del puntone compresso $\theta = 27^\circ$.

Verifica a taglio ($\theta = 27^\circ$)	I_p	N_{Ed}	V_{Ed}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	735.3	229.7	486.2	1385.8	486.2	2.12
	2	834.3	229.7	486.2	1385.8	486.2	2.12
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	409.2	305.6	486.2	1385.8	486.2	1.59
	2	1015.4	305.6	486.2	1385.8	486.2	1.59
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	258.2	288.9	486.2	1385.8	486.2	1.68
	2	877.1	288.9	486.2	1385.8	486.2	1.68
ECCEZ. URTO	1	354.4	193.5	486.2	1385.8	486.2	2.51
	2	908.9	193.5	486.2	1385.8	486.2	2.51

Tabella 66: verifica a taglio

9.2.4.3 Verifiche SLE

Si riportano le verifiche tensionali e a fessurazione dei pali eseguite mediante il software pressFle.

Verifica delle tensioni			CLS 32/40			ACCIAIO B450C		
	N _{Ed}	M _{Ed}	σ _c	σ _{c,max} = 0,6 f _{ck}	FS	σ _f	σ _{f,max} = 0,8 f _{yk}	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Rara	711.6	243.4	7.74	19.2	2.48	45.5	360.0	7.91

Verifica delle tensioni			CLS C32/40		
	N _{Ed}	M _{Ed}	σ _c	σ _{c,max} = 0,45 f _{ck}	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Quasi Permanente	643.8	196	6.1	14.4	2.36

Tabella 67: verifica limitazione tensioni

Verifica a fessurazione	N _{Ed}	M _{Ed}	w _f	w ₁	FS
	[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[-]
SLE - Quasi Permanente	643.8	196.3	0.034	0.200	5.88
SLE - Frequente	713.6	231.6	0.046	0.300	6.52

Figura 52: verifica a fessurazione

9.2.5 Verifiche geotecniche dei pali

9.2.5.1 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali

La determinazione della lunghezza dei pali è il risultato della verifica di capacità portante. Si riporta la verifica di capacità portante e la lunghezza dei pali ottenuta. Per maggiori dettagli sulla definizione delle curve di capacità portante si rimanda alla Relazione Geotecnica.

Tabella 68: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali

curva di portanza da 0+060 (TM01) a 0+100							
Capacità portante nei confronti dei carichi verticali di compressione - SLU-							
L _p	Q _{ll}	Q _{bl}	W _p	Q _u	Q _d	N _{max}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
0	0	558	0	558	242	1371	0.18
0.5	24	562	2	584	255	1371	0.19
1	54	567	4	617	270	1371	0.20
1.5	91	572	6	657	289	1371	0.21
2	135	577	8	704	312	1371	0.23
2.5	183	582	10	755	336	1371	0.25
3	230	629	12	847	379	1371	0.28
3.5	279	676	14	940	422	1371	0.31
4	331	722	16	1037	467	1371	0.34

4.5	386	769	18	1137	513	1371	0.37
5	443	816	20	1239	560	1371	0.41
5.5	503	855	22	1335	606	1371	0.44
6	566	893	24	1435	653	1371	0.48
6.5	632	931	26	1537	701	1371	0.51
7	701	970	29	1642	751	1371	0.55
7.5	772	1008	31	1750	802	1371	0.58
8	846	1047	33	1860	854	1371	0.62
8.5	923	1085	35	1973	908	1371	0.66
9	1002	1124	37	2089	963	1371	0.70
9.5	1085	1162	39	2208	1020	1371	0.74
10	1170	1201	41	2330	1078	1371	0.79
10.5	1258	1239	43	2454	1138	1371	0.83
11	1348	1277	45	2581	1199	1371	0.87
11.5	1442	1316	47	2711	1261	1371	0.92
12	1538	1354	49	2844	1325	1371	0.97
12.5	1637	1393	51	2979	1390	1371	1.01
13	1739	1431	53	3117	1457	1371	1.06
13.5	1844	1470	55	3258	1525	1371	1.11
14	1951	1508	57	3402	1594	1371	1.16

In accordo con la curva di capacità portante ottenuta, è stata considerata una lunghezza dei pali pari a 14m.

9.2.5.2 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali

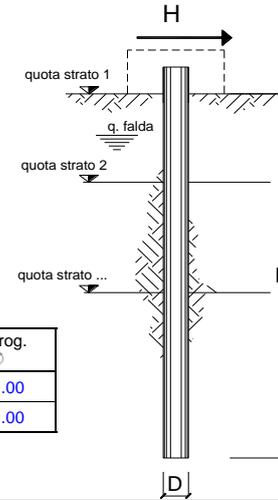
Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali dei pali all'SLU, secondo la teoria di Broms descritta nel § 6.1.5. Come per la capacità portante, si riportano le verifiche differenziate in funzione della stratigrafia del sito.

Verifica di capacità portante H	I _p	V _{Ed}	N _{Ed}	M _{Rd}	H _d	F _d	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	229.7	467.8	1095.6	392.1	229.7	1.71
	2	229.7	1101.8	1113.3	392.1	229.7	1.71
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	305.6	53.3	1042.1	382.8	305.6	1.25
	2	305.6	1371.3	1140.9	401.5	305.6	1.31
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	288.9	-78.3	1014.7	373.6	288.9	1.29
	2	288.9	1213.5	1119.9	401.5	288.9	1.39
URTO	1	193.5	129.1	1007.9	373.6	193.5	1.93
	2	193.5	1134.2	1144.7	401.5	193.5	2.07

Tabella 69: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali – SLU

opera

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ψ	γ_{cu}	γ_T
S.U.	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	Unità AL	279.00	19	9	27	2.66		27	2.66	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Unità GS	275.00	19	9	35	3.69		35	3.69	
<input type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 276 (m)
 Diametro del palo D 0.80 (m)
 Lunghezza del palo L 14.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo My 1014.65 (kNm)
 Step di calcolo 0.05 (m)

- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	825.7 (kN)		825.7 (kN)	
Palo intermedio	3027.0 (kN)		3027.0 (kN)	
Palo corto	10770.1 (kN)		10770.1 (kN)	
	H_{med} 825.7 (kN)	Palo lungo	H_{min} 825.7 (kN)	Palo lungo
	H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)		485.69 (kN)	
	H_d = H_k/γ_T		373.61 (kN)	
Carico Assiale Permanente (G):	G =		288.9 (kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)	
	F_d = G · γ_G + Q · γ_Q =		288.90 (kN)	
	FS = H_d / F_d =		1.29	

Figura 53: verifica Broms-carico limite orizzontale

9.2.5.3 Verifica di stabilità globale

Si riportano i FS della verifica di stabilità globale effettuata con il metodo di Bishop in condizioni statiche e sismiche.

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	11.47	2.867

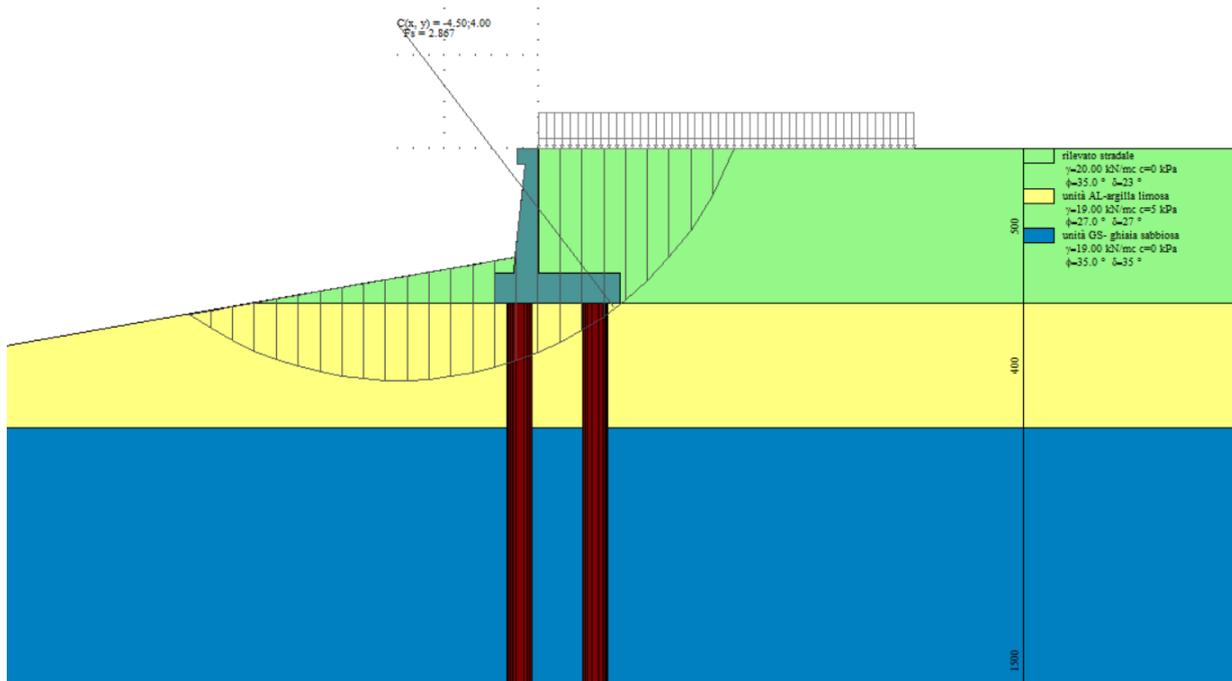


Figura 54: Verifica di stabilità globale_cond. statica_FS=2.87

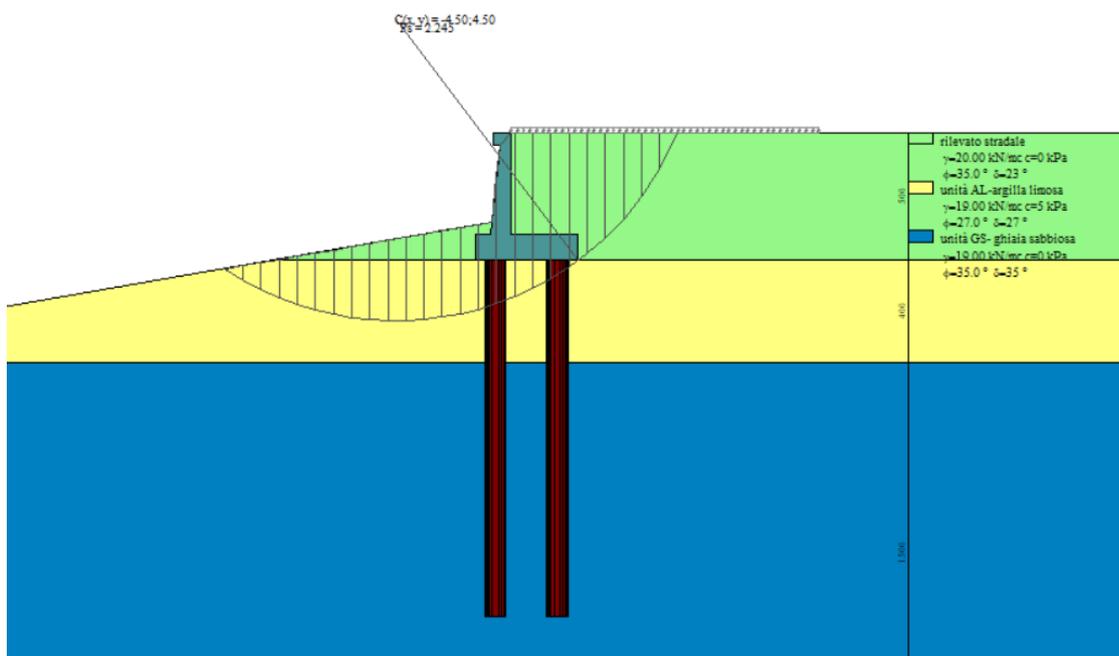


Figura 55: Verifica di stabilità globale_cond. sismica H+V (FS=2.24)

9.2.6 Verifica dell'inflessione del paramento

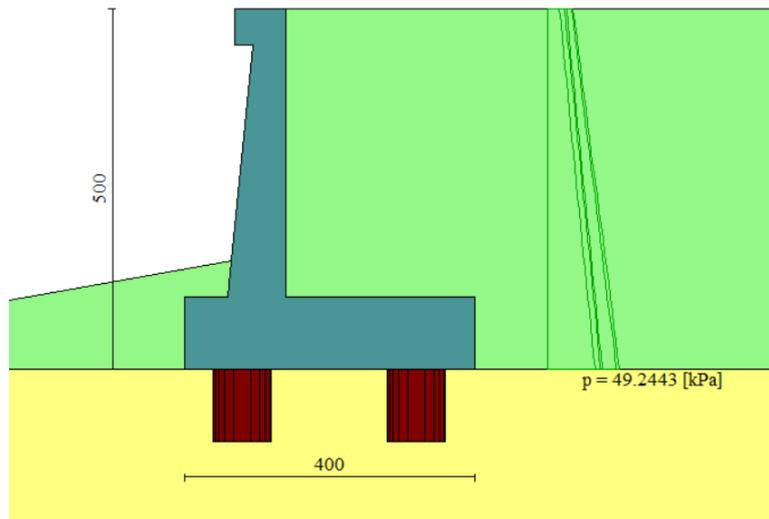
Ai fini della valutazione di possibili cedimenti a tergo del muro di sostegno, in corrispondenza della piattaforma stradale, si calcola l'inflessione del paramento sotto i carichi allo SLU.

Il calcolo dell'inflessione avviene facendo riferimento- cautelativamente- agli schemi noti della teoria dell'elasticità considerando come carico l'involuppo delle spinte sul paramento scondo cui la freccia massima è pari a :

$$f = \frac{q L^4}{30 E J}$$

Dove:

- q è la pressione triangolare massima agente alla base del paramento del muro;
- L è l'altezza del paramento;
- E è il modulo elastico del calcestruzzo;
- J è l'inerzia della sezione media del muro.



Tipo	Combinazione	fondazione	H _{paramento,max}	S _{paramento,medio}	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m ⁴]	[KN/m]	[mm]
C	statica	pali	4.0	0.60	0.017966	48.42	0.72

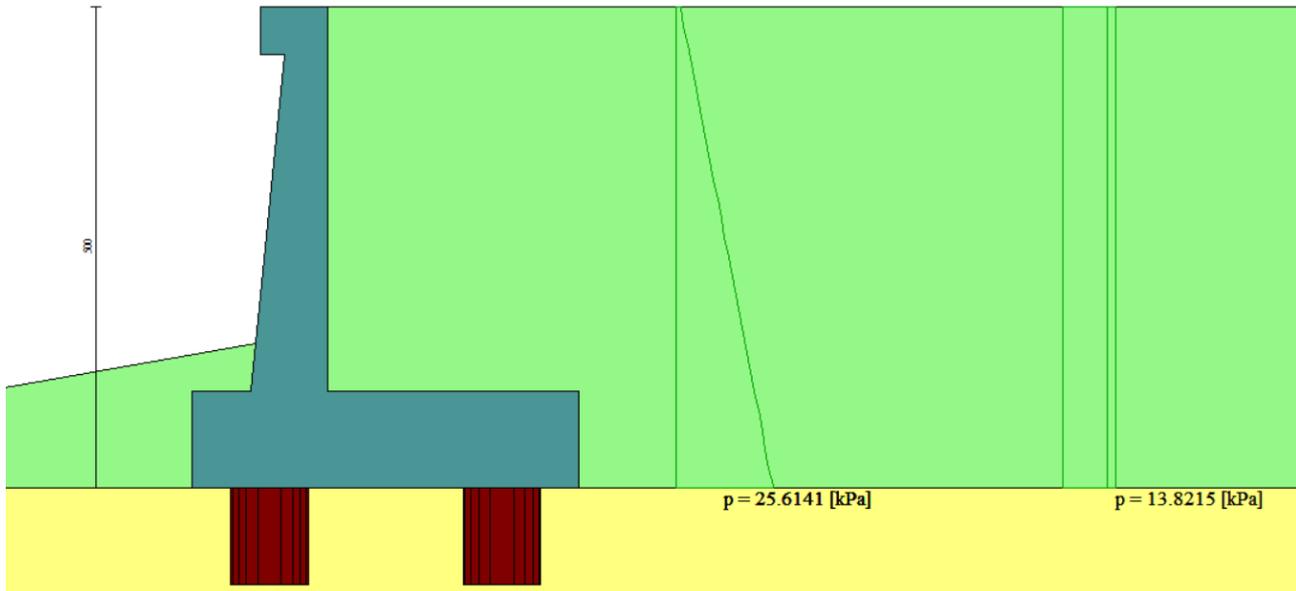


Figura 56: Involuppo spinte _combinazione sismica H+V

Tipo	Combinazione	fondazione	H _{paramento,max}	S _{paramento,medio}	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m ⁴]	[KN/m]	[mm]
C	sismica	pali	4.0	0.60	0.017966	35.94	0.53

Sulla base del calcolo dell'inflexione del paramento in condizioni statiche e sismiche, si ritiene che i cedimenti indotti sul piano stradale risultano essere trascurabili.

9.2.7 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a $F = 79.5 \text{ kN}$, applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza $d = 1.00 \text{ m}$ dalla base della barriera.

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Il muro presenta una larghezza pari a 0.7m. Si dispone nella mensola una staffatura di $\Phi 12/20$.

La funzione di tali staffe è duplice:

- **Equilibrare l'azione orizzontale F;**
- **Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.**

Per il punto 1. Il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a 45° della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi. Si considera una larghezza della piastra di 0.30m posizionata a 0.10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre $\Phi 12/20$ che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.

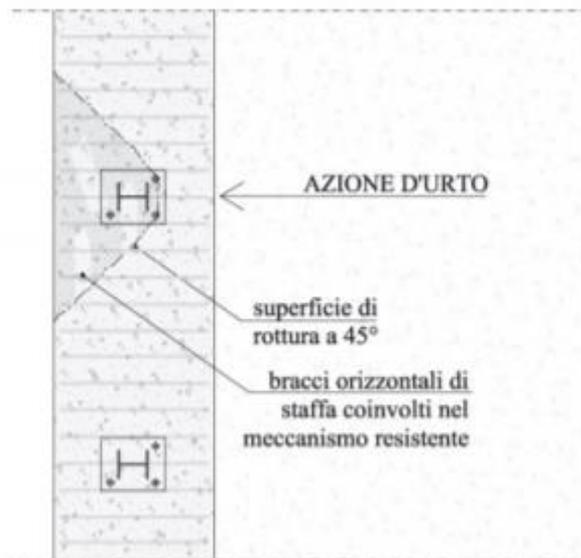


Figura 57: cono di diffusione verifica staffe orizzontali

In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a $F=79.5$ kN.

Le barre $\Phi 12/20$ oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove A_s è l'area della staffa e n è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione.

Nel caso in esame è stata assunta, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0.3m che permette di individuare, considerando una diffusione a 45° all'interno dello spessore del cordolo, una larghezza collaborante pari a 1.50m all'interno della quale si dispongono 7 ferri e 14 bracci.

Conseguentemente si ha:

verifica delle staffe orizzontali				
Larghezza collaborante	n bracci orizzontali	Fsd	Frd	FS
[m]	[-]	[KN]	[KN]	[-]
1.50	14	712.51	79.53	8.96

Tabella 70: verifica 1 del cordolo portabarriera

La verifica risulta soddisfatta.

Per il punto 2. Il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a 45° a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.

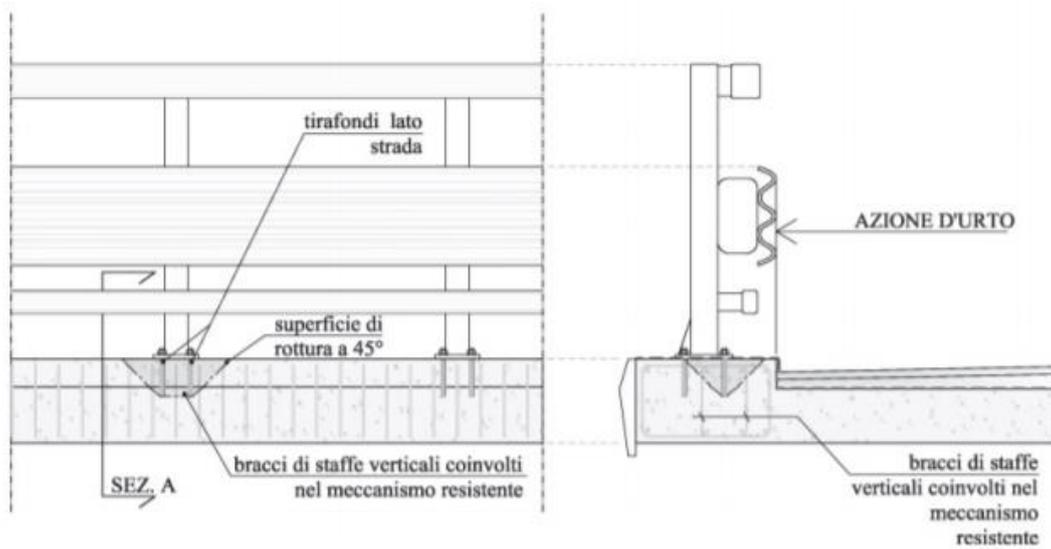


Figura 58: cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a $l = 0.22$ m e un'altezza h della barriera sopra tale piastra di 1 m, si stima T_d come:

$$T_d = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe $\Phi 12/20$. Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.22 m), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a 0.38m e longitudinale di 0.6m. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono 3.

Nel calcolare la resistenza delle staffe verticali si considera anche il contributo dei ferri longitudinali $\Phi 16/20$ del paramento che sono accoppiati alle staffe. Pertanto si calcola la trazione resistente pari a:

$$T_r = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Verifiche delle staffe verticali				
B_{long}	n	T_d	T_r	FS
[m]	[m]	[KN]	[KN]	[-]
0.6	3	361.48	424.12	1.17

Le verifiche risultano essere soddisfatte.

9.3 MURO TIPOLOGICO D1 su 2 pali ($H_{\text{paramento}}=5\text{m}$)

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato per il muro tipologico D1 avente un'altezza del paramento pari a 5m. Esso è fondato su 2 pali di diametro $D=800\text{mm}$ e lunghezza $L=18\text{m}$.

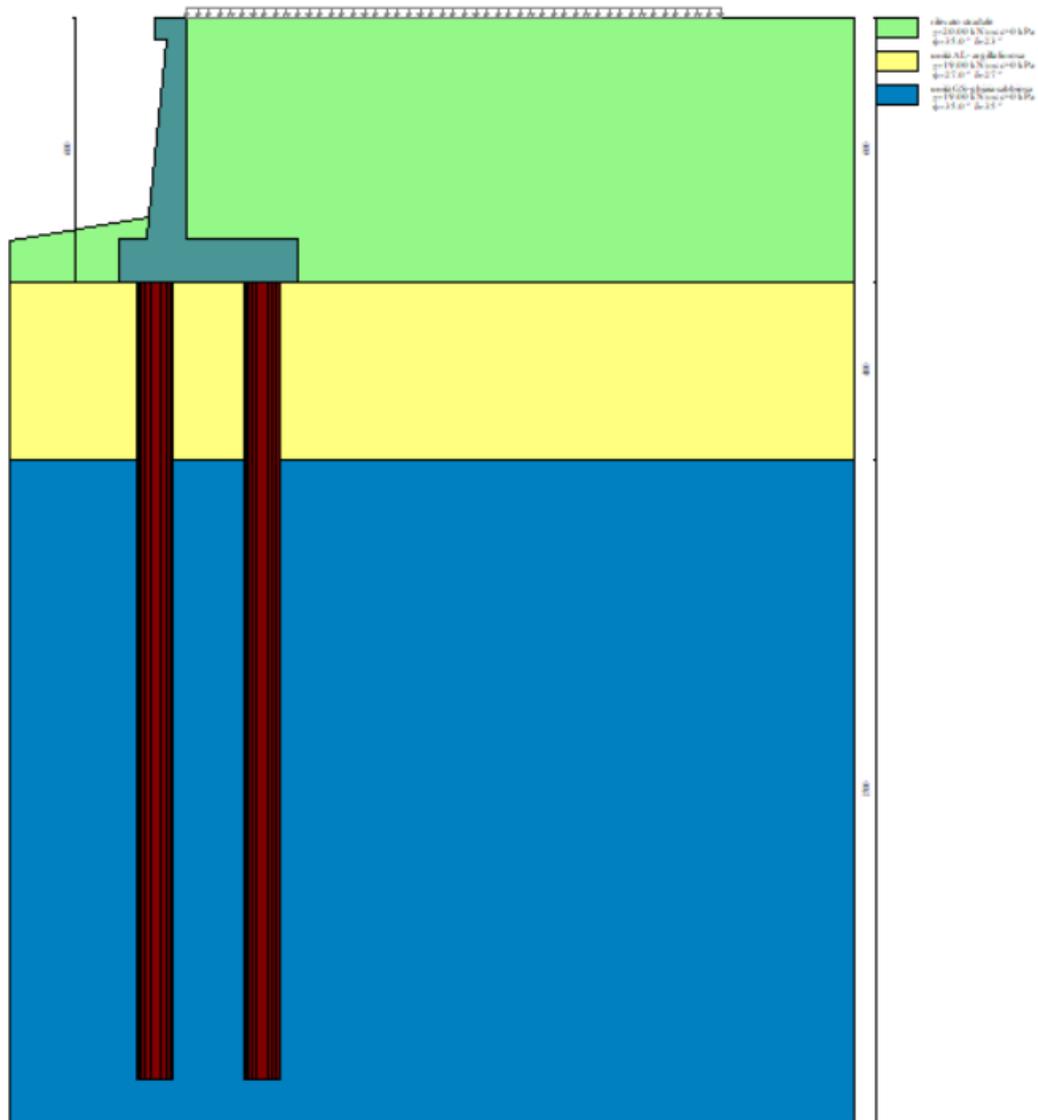


Figura 59: modello di calcolo muro tipologico D1

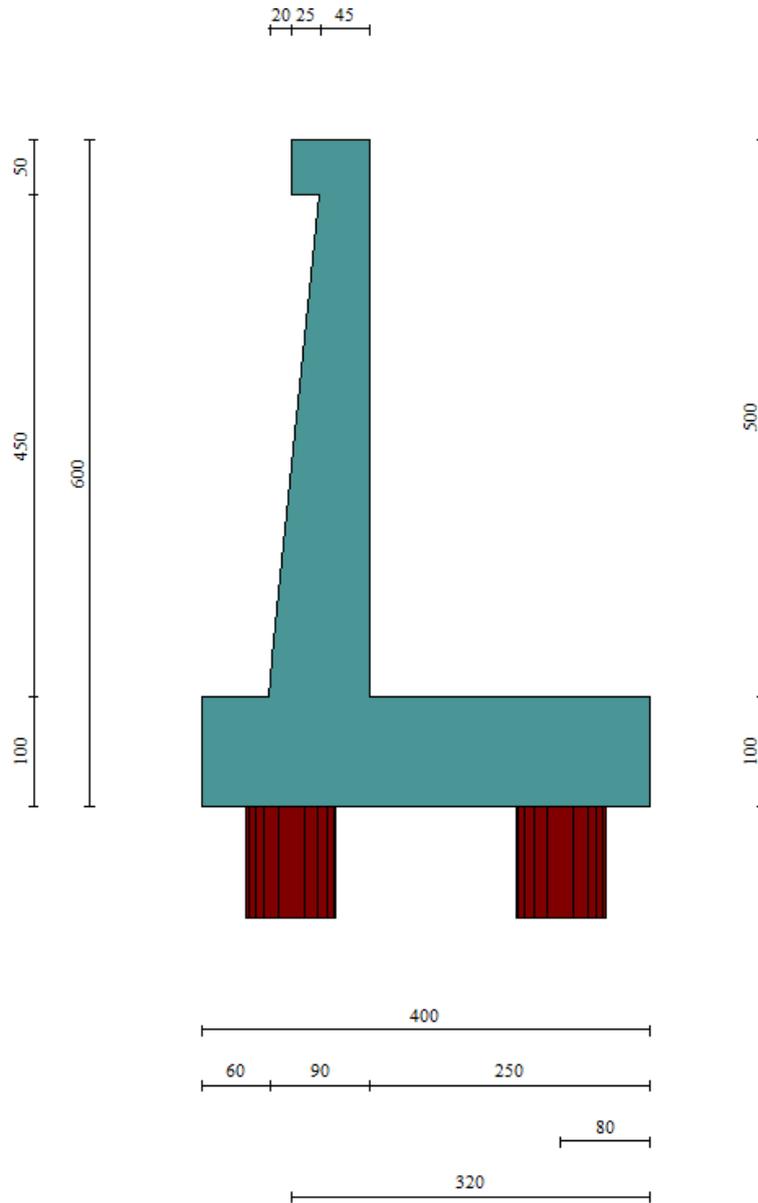


Figura 60: Geometria del muro di sostegno: sezione trasversale

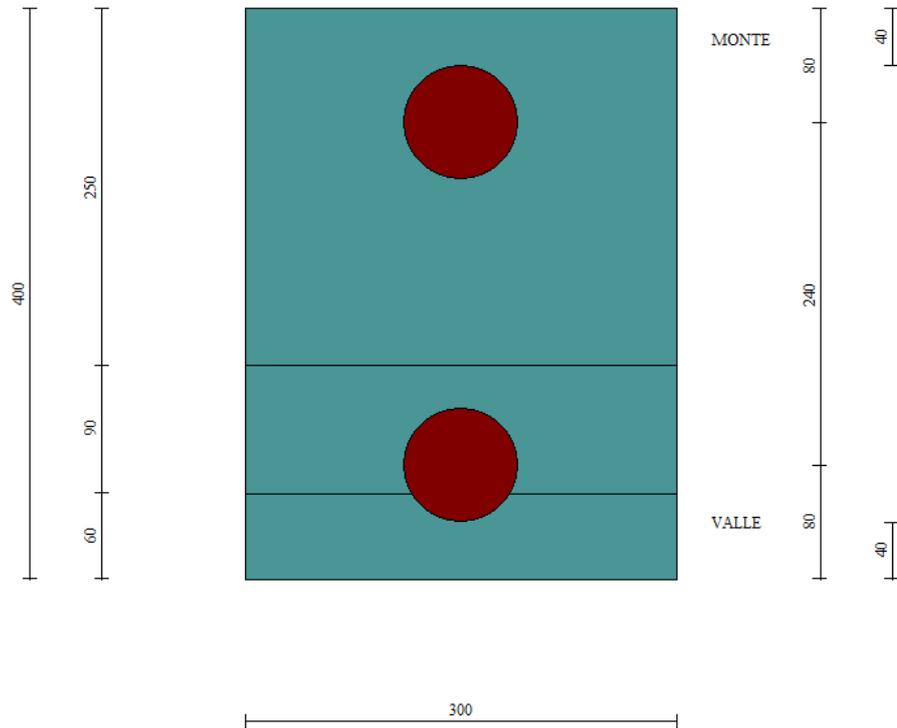


Figura 61:pianta fondazione su pali

9.3.1 Sollecitazioni Paramento

Si riportano le sollecitazioni sul paramento che non sono influenzate dalla lunghezza dei pali o dalla tipologia di terreno di fondazione ma esclusivamente dal terreno spingente a tergo. **Occorre precisare che nelle verifiche geotecniche il terreno dinanzi la fondazione è stato considerato pesante ma privo di resistenza passiva**

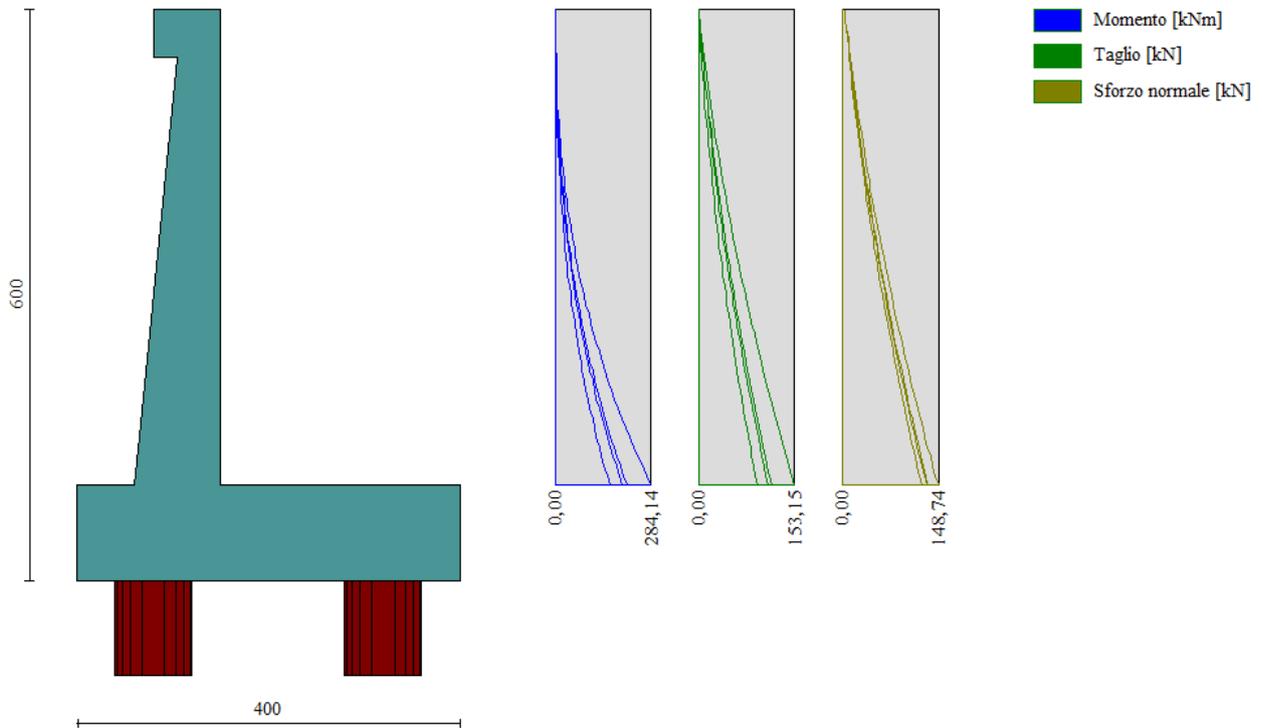


Figura 62 – Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni statiche

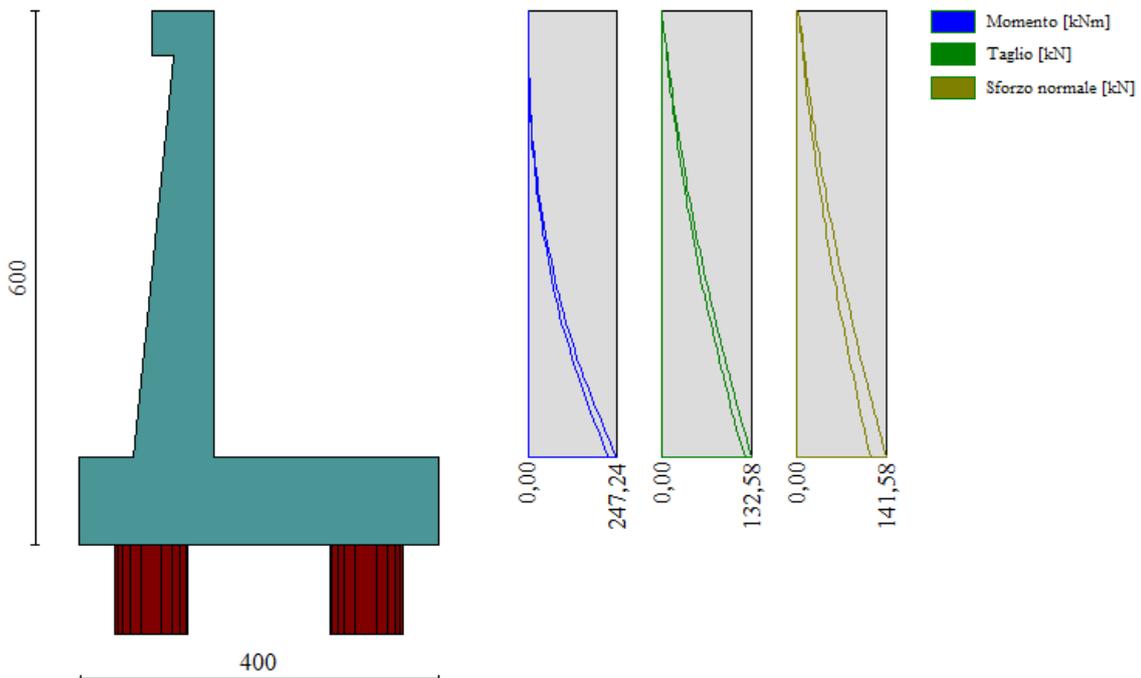


Figura 63- Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni sismiche

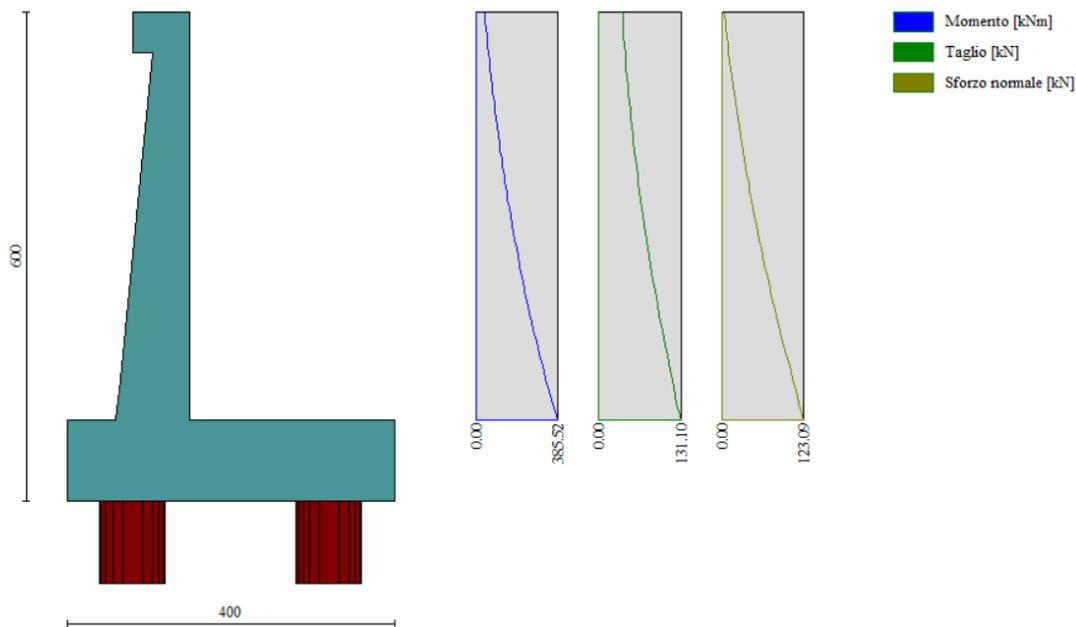


Figura 64: Involuppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni eccezionali d'urto

9.3.2 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione

Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo PressFle sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 70mm.

Elemento	STATICA				SISMICA				URTO L=8.50m			
	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Paramento	284.14	-	148.74	153.15	244.27	-	140.99	131.27	385.52	-	123.09	131.10
Fondazione	184.14	63.91	-	130.24	318.89	101.39	-	222.59	228.95	100.70	-	164.17

SLE rara				SLE quasi permanente				SLE frequente			
MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved
[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
212.76	-	132.77	116.12	161.00	-	123.09	93.68	199.82	-	130.35	110.51
77.04	40	-	130.24	77.04	39.7		130.2	77.04	39.7		130.2

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione.

Tabella 71: Armature di progetto paramento e piastra fondazione

Armatura a flessione			Armatura a flessione		
Elemento	Lato monte	Lato valle	Elemento	Lato inferiore	Lato superiore
Paramento	Φ20/20	Φ16/20	Piastra fondazione	Φ20/20	Φ20/20

Si dispongono ripartitori in fondazione Φ16/20 e nel paramento Φ12/20.

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE							
Elemento		b	h	M _{ed,y}	M _{ed,x}	N _{Ed,min}	Armature	c	d	M _{Rd}	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[kNm]	[kN]		[mm]	[mm]	[kNm]	[-]
Paramento	monte	1000	900	385.5	-	123.1	φ20/20	70	830	542.0	1.41
	valle						φ16/20	70			
Fondazione	Superiore	1000	1000	318.9	-		φ20/20	70	930	546.7	1.71
	Inferiore						φ20/20	70			
Fondazione (ripartitori)	Superiore	1000	1000		101.4		φ16/20	70	930	354.4	3.50
	Inferiore						φ16/20	70			

Tabella 72: verifica a pressoflessione

Per il paramento e la fondazione le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio,

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo		TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
	b _w (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	A _s (mm ²)	N _{sd} (KN)	V _{sd} (KN)	σ _{cp} (Mpa)	ρ _t	k	f _{ck} (Mpa)	v _{min}	V _{Rdmin} (KN)	V _{Rct} (KN)	F.S.
Paramento	1000	900	70	830	5	20	1570	0	153.15	0	0.002	1.49	33.2	0.37	304.70	273.96	1.79
Fondazione	1000	1000	70	930	5	20	1570	0	222.59	0	0.002	1.46	33.2	0.36	332.14	290.17	1.30

Tabella 73: verifica elementi non armati a taglio

Tuttavia si prevedono nel paramento **ganci Φ10/20x40** mentre per la fondazione si dispongono **ganci Φ10/40x40**.

Si riportano infine le verifiche tensionali e a fessurazione:

Verifica delle tensioni	I _p	N _{Ed}	CLS 32/40						ACCIAIO B450C					
			M _{ed,y}	M _{ed,x}	σ _{c,y}	σ _{c,x}	σ _{c,max = 0,6 f_{ck}}	FS _y	FS _x	σ _{t,y}	σ _{t,x}	σ _{f,max = 0,8 f_{yk}}	FS _y	FS _x
			[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]
combinazione rara	Param.	132,8	212,8	-	4,5		19,2	4,27	-	131,9		360,0	2,73	-
	Fond.	-	185,3	224,3	3,3	4,9	19,2	5,87	3,91	134,5	252,0	360,0	2,68	1,43

Tabella 74: verifica tensionale combinazione rara

Verifica delle tensioni	CLS 32/40									
	I _p	N _{Ed}	M _{ed,y}	M _{ed,x}	σ _{c,y}	σ _{c,x}	σ _{c,max = 0,45 f_{ck}}	FS _y	FS _x	
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]	
Combinazione quasi permanente	paramento	123,1	161,0	-	3,4	-	14,4	4,26	-	
	fondazione	0,0	171,7	208,7	3,0	4,6	14,4	4,75	3,15	

Tabella 75: verifica tensionale combinazione quasi permanente

Dalla verifica a fessurazione emerge che il muro di sostegno non è fessurato.

9.3.3 Sollecitazioni in testa ai pali e lungo il fusto

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di taglio, momento e sforzo normale. Si fa notare che nel software di calcolo, i pali sono stati considerati incernierati in testa ottenendo le sollecitazioni in termini di sforzo normale e taglio. Nella realtà i pali risultano essere incastrati nel plinto di fondazione, pertanto il valore del momento flettente verrà determinato sulla base della teoria di Matlock e Reese di seguito descritta.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidzze.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incernierati a tale piastra.

Lo sforzo normale nei pali è calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{M}{d}$$

Dove d rappresenta l'interasse trasversale tra i pali.

Pertanto, allo sforzo normale derivato dal codice di calcolo è stato sommato il contributo di compressione o di trazione generato dall'azione flettente, per tener conto dell'interazione palo-terreno.

Le azioni derivanti da questo modello vengono confrontate con le curve di capacità portante dei pali di fondazione.

Mentre le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali come di seguito riportato:

$$V_i = \frac{V_{Ed}}{n}$$

In definitiva, gli scarichi a testa palo sono pari a quanto di seguito riportato.

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	704.61	0	-316.98
	2	1118.44	0	-316.98
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	327.21	0	-398.57
	2	1367.7	0	-398.57
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	161.29	0	-374.88
	2	1193.21	0	-374.88
ECCEZ. URTO_L=8.50m	1	308.94	0	-259.29
	2	1193.04	0	-259.29

7 - SLER	1	719.89	0	-240.78
	2	966.93	0	-240.78
8 - SLEF	1	703.06	0	-230.68
	2	937.56	0	-230.68
9 - SLEQ	1	652.55	0	-200.39
	2	849.43	0	-200.39

Tabella 76: Scarichi in testa ai pali

Per la valutazione del momento flettente a testa palo si è utilizzata la teoria di Matlock e Reese per la quale il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente α (espresso in metri) "coefficiente di Matlock e Reese":

$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente α dipende principalmente dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e, generalmente, fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo, D , α dipende quindi dalla rigidità del terreno.

Per il caso in esame si fa riferimento al seguente valore del coefficiente α di Matlock & Reese. Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica.

Tuttavia nelle verifiche si è fatto riferimento alla condizione più gravosa assumendo il seguente valore del coefficiente α relativo ai muri su pali da realizzarsi nel tratto compreso tra le progressive pk 0+060 a 0+100

PALI D800
$\alpha = 1.3974 \text{ m}$

Tabella 77: parametro α

Vengono riportate nella tabella che segue le sollecitazioni in testa ai pali.

Combinazione	Ip	V	α	M	N	N+M/d
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	317.0	1.397	442.9	704.6	335.487
	2	317.0	1.397	442.9	1118.4	1487.56
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	398.6	1.397	557.0	327.2	-136.92
	2	398.6	1.397	557.0	1367.7	1831.83
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	374.9	1.397	523.9	161.3	-275.26
	2	374.9	1.397	523.9	1193.2	1629.76
URTO	1	259.3	1.397	362.3	308.9	6.99679
	2	259.3	1.397	362.3	1193.0	1494.98

SLE - Rara	1	240.8	1.397	336.5	719.9	439.502
	2	240.8	1.397	336.5	966.9	1247.32
SLE - Frequente	1	230.7	1.397	322.4	703.1	434.433
	2	230.7	1.397	322.4	937.6	1206.19
SLE - Quasi Permanente	1	200.4	1.397	280.0	652.6	419.196
	2	200.4	1.397	280.0	849.4	1082.78

Tabella 78: sollecitazioni in testa ai pali

Si riportano inoltre nella seguente tabella, ai fini delle prove in corso d'opera, le sollecitazioni in punta ai pali pari a 1.5SLE (ai sensi del par. 6.4.3.7.2. delle NTC 2018):

Combinazione	Ip	V	α	M	N
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]
1.5*SLE_rara	1	240.8	1.397	336.5	1079.8
	2	240.8	1.397	336.5	1450.4

Tabella 79: sollecitazioni 1.5*SLE

Al fine di determinare le sollecitazioni lungo il fusto del palo si fa riferimento alla già citata teoria di Matlock&Reese secondo cui i valori di momento flettente e taglio possono essere determinati secondo le seguenti espressioni:

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

$$\begin{aligned} \text{Taglio: } F &= A_v F_0 + B_v M_0/T \\ \text{Momento: } M &= A_m F_0 T + B_m M_0 \end{aligned}$$

Dove:

- A_v, A_m, B_v, B_m sono i coefficienti adimensionali di flessibilità della sommità del palo;
- F_0 è il taglio massimo in testa al palo allo SLU/SLV;
- M_0 è il momento massimo in sommità per palo impedito di ruotare pari a $M_0 = -\alpha F_0$
- T è la lunghezza elastica pari a $T = (EJ/K_h)^{0.20}$
-

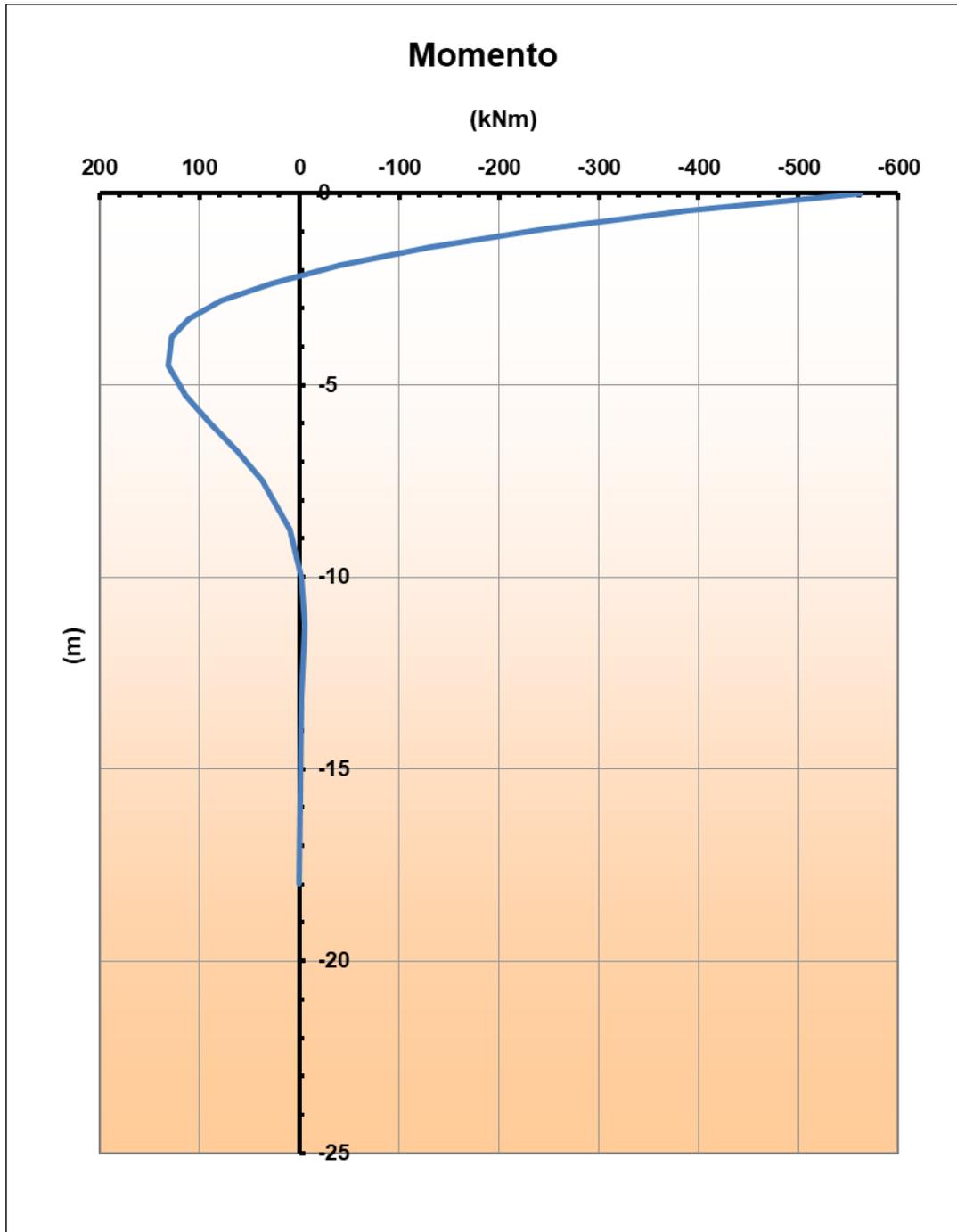
Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati della Relazione Geotecnica.

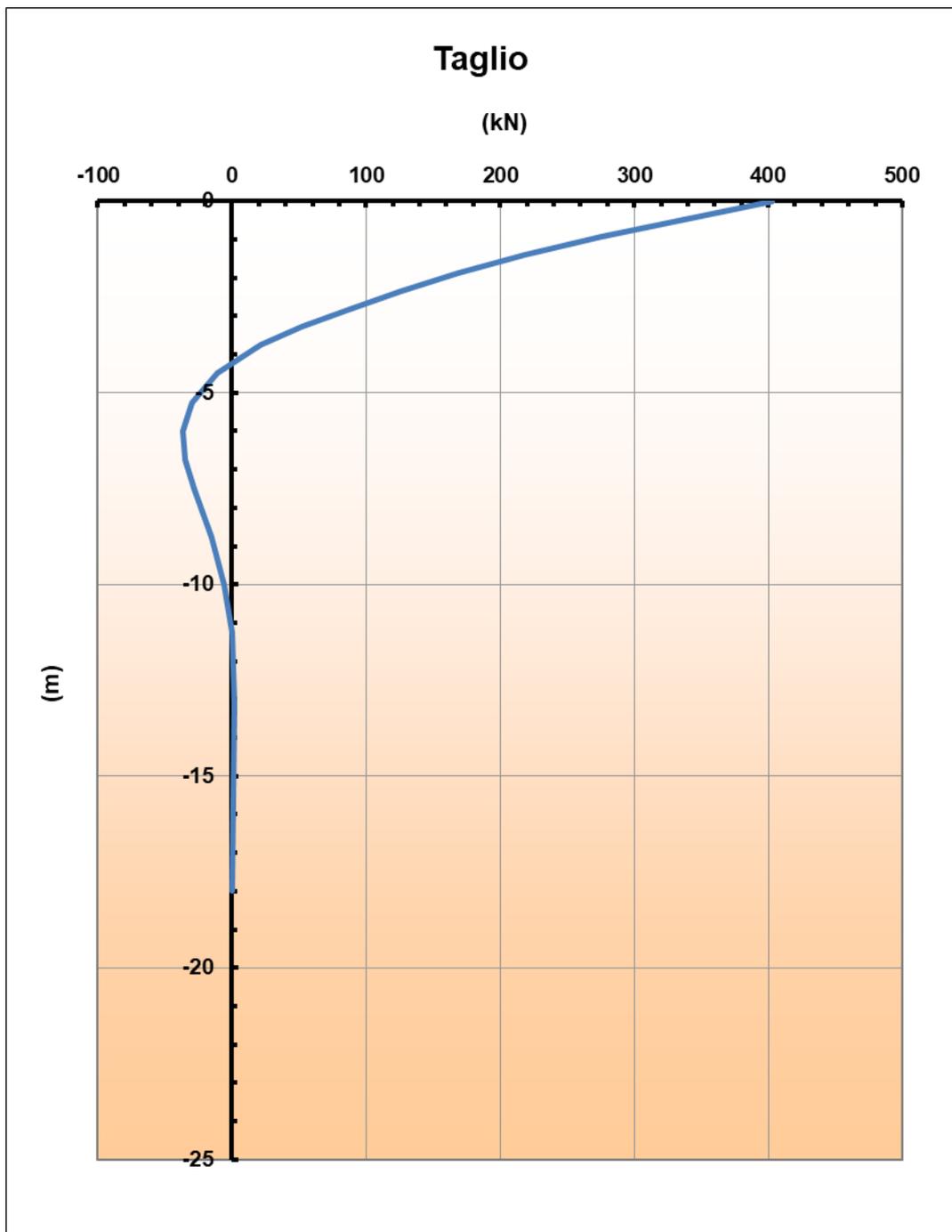
Per il caso in esame si ha:

z	z/T	A_v	A_m	B_v	B_m
[m]					
0.000	0	1	0	0	1
-0.469	0.241	0.693	0.2022	-0.2007	0.9737
-0.938	0.482	0.4419	0.3372	-0.3356	0.9073
-1.406	0.722	0.2422	0.4181	-0.4176	0.8152
-1.875	0.963	0.0893	0.4567	-0.4584	0.7087
-2.344	1.204	-0.0229	0.4635	-0.4689	0.5963
-2.813	1.445	-0.1104	0.4469	-0.4563	0.4843
-3.283	1.686	-0.1744	0.4119	-0.4248	0.3777

-3.750	1.926	-0.2167	0.3644	-0.3756	0.2805
-4.501	2.312	-0.2354	0.2754	-0.291	0.1508
-5.251	2.697	-0.2167	0.1868	-0.1991	0.0566
-6.001	3.082	-0.1751	0.1106	-0.1171	-0.0036
-6.750	3.467	-0.1247	0.0527	-0.0528	-0.0354
-7.502	3.853	-0.0736	0.0142	-0.0066	-0.0463
-8.752	4.495	-0.0221	-0.0151	0.0223	-0.0388
-10.002	5.137	0.0038	-0.019	0.0243	-0.0223
-11.252	5.779	0.011	-0.0132	0.0151	-0.0092
-13.127	6.742	0.0072	-0.0034	0.0036	-0.0006
-18.000	-9.245	0	0	0	0

Si riportano i diagrammi relativi al profilo delle sollecitazioni flettenti e di taglio lungo il fusto del palo, calcolate considerando la combinazione di carico più gravosa (SLV).





Il momento flettente e il taglio massimi vengono raggiunti in corrispondenza della sommità dei pali.

Nel caso in esame si considera una armatura di progetto uniforme per l'intera lunghezza del palo, pertanto, le verifiche verranno effettuate considerando le sollecitazioni massime agenti.

9.3.4 Verifiche strutturali pali

Per i pali di fondazione di diametro $D=800\text{mm}$ si prevedono le seguenti armature:

gabbia $26\phi 26$ e staffa a spirale $\phi 12/20$;

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per i pali ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 8.9cm

9.3.4.1 Verifiche SLU-Pressoflessione

Occorre osservare che la determinazione dell'armatura nei pali di fondazione dipende anche dal soddisfacimento della verifica a carico limite orizzontale (Broms) riportata al paragrafo 10.1.5.

Si riporta in seguito la verifica a presso-flessione.

Verifica a pressoflessione	I_p	M_{Ed}	N_{Ed}	M_{Rd}	FS
	[-]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	442.9	704.6	1435.0	3.24
	2	442.9	1118.4	1577.3	3.56
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	557.0	327.2	1360.5	2.44
	2	557.0	1367.7	1608.8	2.89
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	523.9	161.3	1336.9	2.55
	2	523.9	1193.2	1591.1	3.04
ECCEZ. URTO	1	362.3	308.9	1384.3	3.82
	2	362.3	1193.0	1578.1	4.36

Tabella 80: Verifica a pressoflessione

9.3.4.2 Taglio

Le verifiche a taglio sono state condotte con riferimento ad elementi in c.a. armati a taglio, avendo assunto come inclinazione del puntone compresso $\theta = 27^\circ$ e disponendo ferri a spirale $\Phi 12/20\text{cm}$.

Verifica a taglio ($\theta = 27^\circ$)	I_p	N_{Ed}	V_{Ed}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	704.6	317.0	486.2	1385.8	486.2	1.53
	2	1118.4	317.0	486.2	1385.8	486.2	1.53
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	327.2	398.6	486.2	1385.8	486.2	1.22
	2	1367.7	398.6	486.2	1385.8	486.2	1.22
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	161.3	374.9	486.2	1385.8	486.2	1.30
	2	1193.2	374.9	486.2	1385.8	486.2	1.30
ECCEZ. URTO	1	308.9	259.3	486.2	1385.8	486.2	1.88
	2	1193.0	259.3	486.2	1385.8	486.2	1.88

Tabella 81: verifica a taglio

9.3.4.3 Verifiche SLE

Si riportano le verifiche tensionali e a fessurazione dei pali eseguite mediante il software pressFle.

Verifica delle tensioni			CLS 25/30			ACCIAIO B450C		
	N_{Ed}	M_{Ed}	σ_c	$\sigma_{c,max} = 0,6 f_{ck}$	FS	σ_f	$\sigma_{f,max} = 0,8 f_{yk}$	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Rara	719.9	336.5	9.8	19.2	1.96	64.8	360.0	5.55

Verifica delle tensioni	CLS C25/30				FS
	N _{Ed} [kN]	M _{Ed} [kNm]	σ _c [Mpa]	σ _{c,max} = 0,45 f _{ck} [Mpa]	
SLE - Quasi Permanente	652.6	280	8.1	14.4	1.78

Tabella 82: verifica limitazione tensioni

Verifica a fessurazione	N _{Ed}	M _{Ed}	w _f	w ₁	FS
	[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[-]
SLE - Quasi Permanente	652.6	280.0	0.052	0.200	3.85
SLE - Frequente	703.1	322.4	0.064	0.300	4.69

Figura 65: verifica a fessurazione

9.3.5 Verifiche geotecniche dei pali

9.3.5.1 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali

La determinazione della lunghezza dei pali è il risultato della verifica di capacità portante. Si riporta la verifica di capacità portante e la lunghezza dei pali ottenuta.

curve di portanza da 0+060 a 0+100							
Capacità portante nei confronti dei carichi verticali di compressione - SLU-							
L _p	Q _{II}	Q _{bl}	W _p	Q _u	Q _d	N _{max}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
0	0	558	0	558	242	1832	0.13
0.5	24	562	2	584	255	1832	0.14
1	54	567	4	617	270	1832	0.15
1.5	91	572	6	657	289	1832	0.16
2	135	577	8	704	312	1832	0.17
2.5	183	582	10	755	336	1832	0.18
3	230	629	12	847	379	1832	0.21
3.5	279	676	14	940	422	1832	0.23
4	331	722	16	1037	467	1832	0.25
4.5	386	769	18	1137	513	1832	0.28
5	443	816	20	1239	560	1832	0.31
5.5	503	855	22	1335	606	1832	0.33
6	566	893	24	1435	653	1832	0.36
6.5	632	931	26	1537	701	1832	0.38
7	701	970	29	1642	751	1832	0.41
7.5	772	1008	31	1750	802	1832	0.44
8	846	1047	33	1860	854	1832	0.47
8.5	923	1085	35	1973	908	1832	0.50
9	1002	1124	37	2089	963	1832	0.53
9.5	1085	1162	39	2208	1020	1832	0.56
10	1170	1201	41	2330	1078	1832	0.59

10.5	1258	1239	43	2454	1138	1832	0.62
11	1348	1277	45	2581	1199	1832	0.65
11.5	1442	1316	47	2711	1261	1832	0.69
12	1538	1354	49	2844	1325	1832	0.72
12.5	1637	1393	51	2979	1390	1832	0.76
13	1739	1431	53	3117	1457	1832	0.80
13.5	1844	1470	55	3258	1525	1832	0.83
14	1951	1508	57	3402	1594	1832	0.87
14.5	2061	1547	59	3549	1665	1832	0.91
15	2174	1585	61	3698	1737	1832	0.95
15.5	2289	1624	63	3850	1811	1832	0.99
16	2408	1662	65	4005	1886	1832	1.03
16.5	2529	1700	67	4162	1962	1832	1.07
17	2653	1739	69	4323	2040	1832	1.11
17.5	2780	1777	71	4486	2120	1832	1.16
18	2909	1816	73	4652	2201	1832	1.20

Tabella 83: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali

In accordo con la curva di capacità portante ottenuta, è stata considerata una lunghezza dei pali pari a 18m.

9.3.5.2 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali

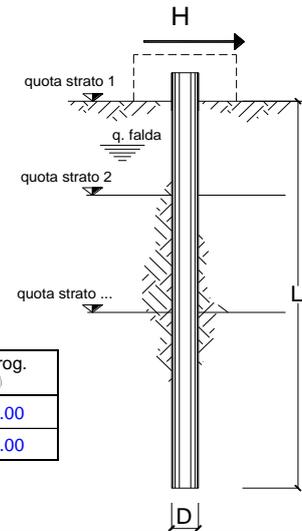
Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali dei pali all'SLU, secondo la teoria di Broms descritta nel § 6.1.5.

Verifica di capacità portante H	I _p	V _{Ed}	N _{Ed}	M _{Rd}	H _d	F _d	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	317.0	335.5	1435.0	471.1	317.0	1.49
	2	317.0	1487.6	1577.3	499.2	317.0	1.57
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	398.6	-136.9	1360.5	458.5	398.6	1.15
	2	398.6	1831.8	1608.8	513.0	398.6	1.29
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	374.9	-275.3	1336.9	445.1	374.9	1.19
	2	374.9	1629.8	1591.1	499.2	374.9	1.33
ECCEZ. URTO	1	259.3	7.0	1384.3	458.5	259.3	1.77
	2	259.3	1495.0	1578.1	499.2	259.3	1.93

Tabella 84: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali – SLU

opera

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R	
			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ψ	γ_{cu}	γ_T	
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30	
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	
DM88			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	Unità AL	279.00	19	9	27	2.66		27	2.66	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Unità GS	275.00	19	9	35	3.69		35	3.69	
<input type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 276 (m)
 Diametro del palo D 0.80 (m)
 Lunghezza del palo L 18.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo My 1360.50 (kNm)
 Step di calcolo 0.05 (m)

- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	1013.2 (kN)		1013.2 (kN)	
Palo intermedio	4813.8 (kN)		4813.8 (kN)	
Palo corto	16934.2 (kN)		16934.2 (kN)	
	H_{med} 1013.2 (kN)	Palo lungo	H_{min} 1013.2 (kN)	Palo lungo
	H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)		596.00 (kN)	
	H_d = H_k/γ_T		458.46 (kN)	
Carico Assiale Permanente (G):		G =	398.6 (kN)	
Carico Assiale variabile (Q):		Q =	(kN)	
	F_d = G · γ_G + Q · γ_Q =		398.60 (kN)	
	FS = H_d / F_d =		1.15	

Figura 66: verifica Broms-carico limite orizzontale

9.3.5.3 Verifica di stabilità globale

Si riportano i FS della verifica di stabilità globale effettuata con il metodo di Bishop in condizioni statiche e sismiche.

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	12.22	2.387

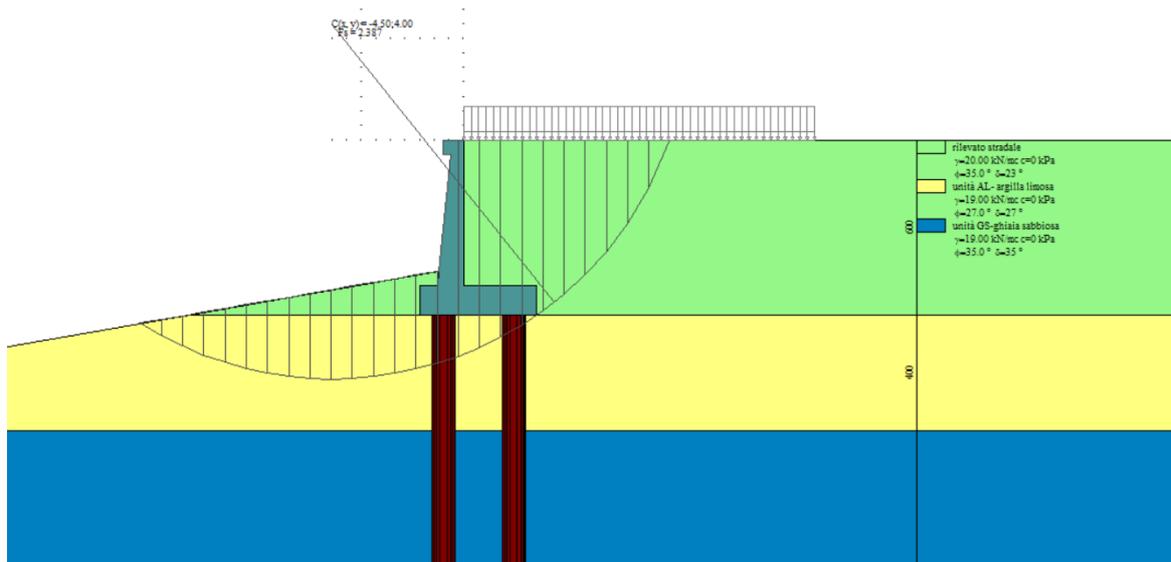


Figura 67: Verifica di stabilità globale_cond. statica_FS=2.387

Ic	C [m]	R [m]	FS
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.00	12.22	2.033
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	12.63	2.097

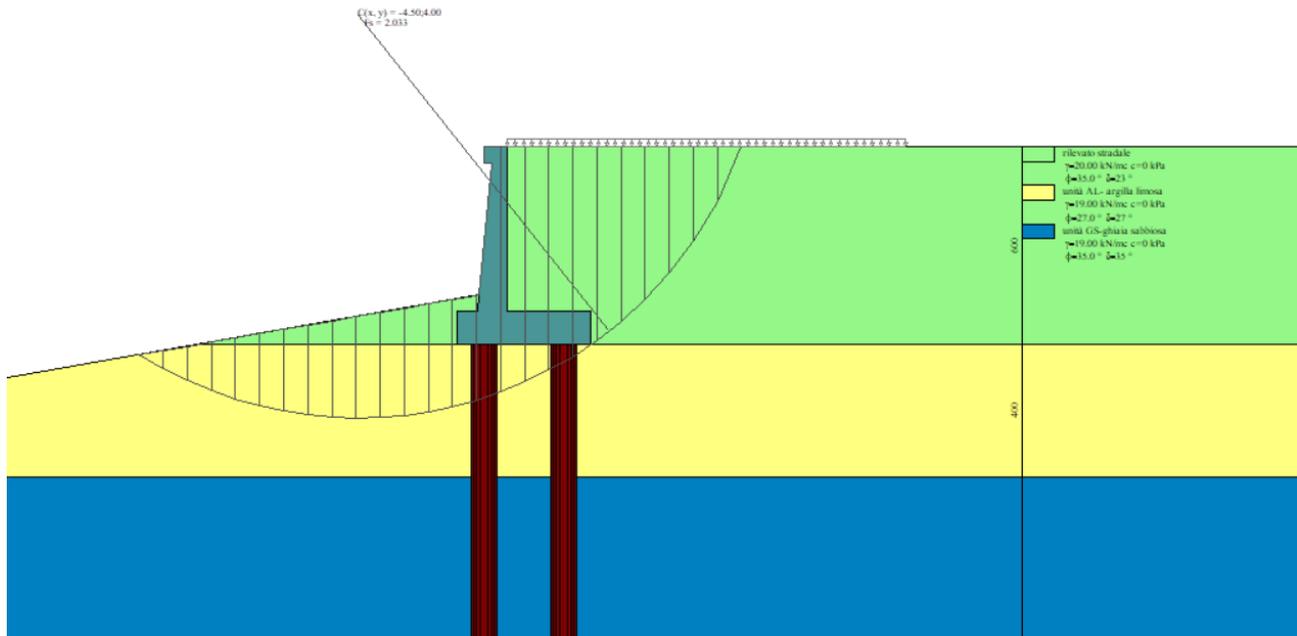


Figura 68: Verifica di stabilità globale_cond. sismica H+V (FS=2.03)

9.3.6 Verifica dell'inflessione del paramento

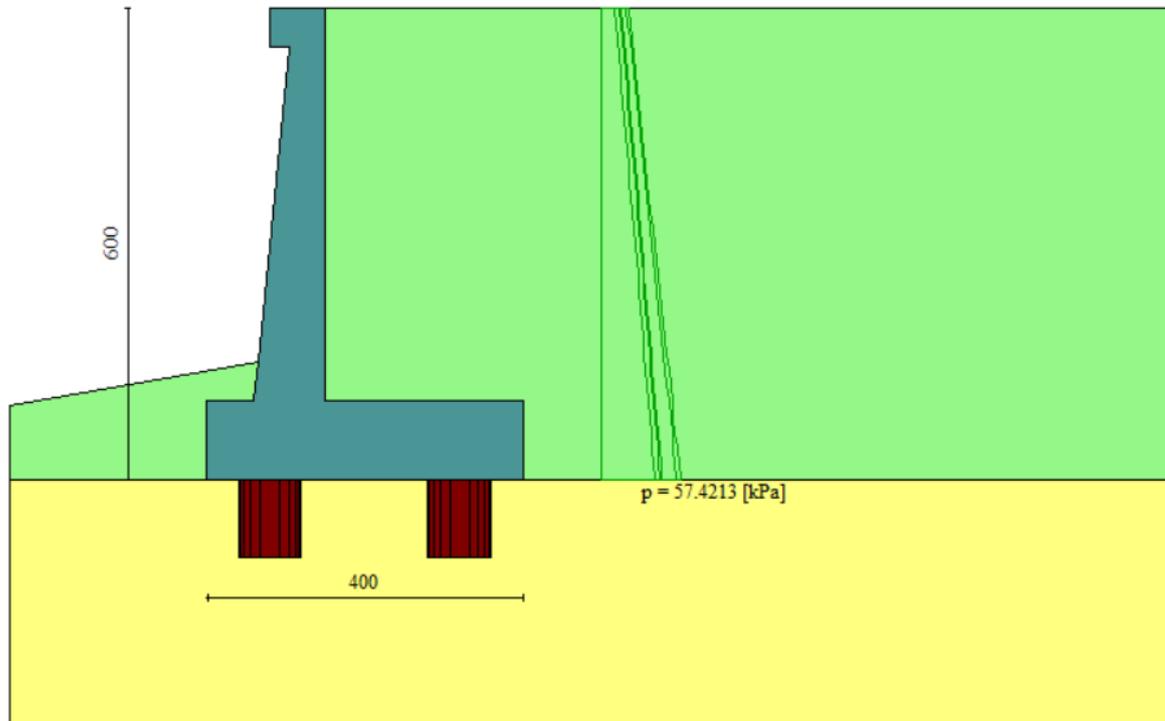
Ai fini della valutazione di possibili cedimenti a tergo del muro di sostegno, in corrispondenza della piattaforma stradale, si calcola l'inflessione del paramento sotto i carichi allo SLU.

Il calcolo dell'inflessione avviene facendo riferimento- cautelativamente- agli schemi noti della teoria dell'elasticità considerando come carico l'inviluppo delle spinte sul paramento scondo cui la freccia massima è pari a :

$$f = \frac{q L^4}{30 E J}$$

Dove:

- q è la pressione triangolare massima agente alla base del paramento del muro;
- L è l'altezza del paramento;
- E è il modulo elastico del calcestruzzo;
- J è l'inerzia della sezione media del muro.



Tipo	combinazione	fondazione	$H_{\text{paramento,max}}$	$S_{\text{paramento,medio}}$	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m ⁴]	[KN/m]	[mm]
D	statica	pali	5.0	0.65	0.022836	57.42	1.64

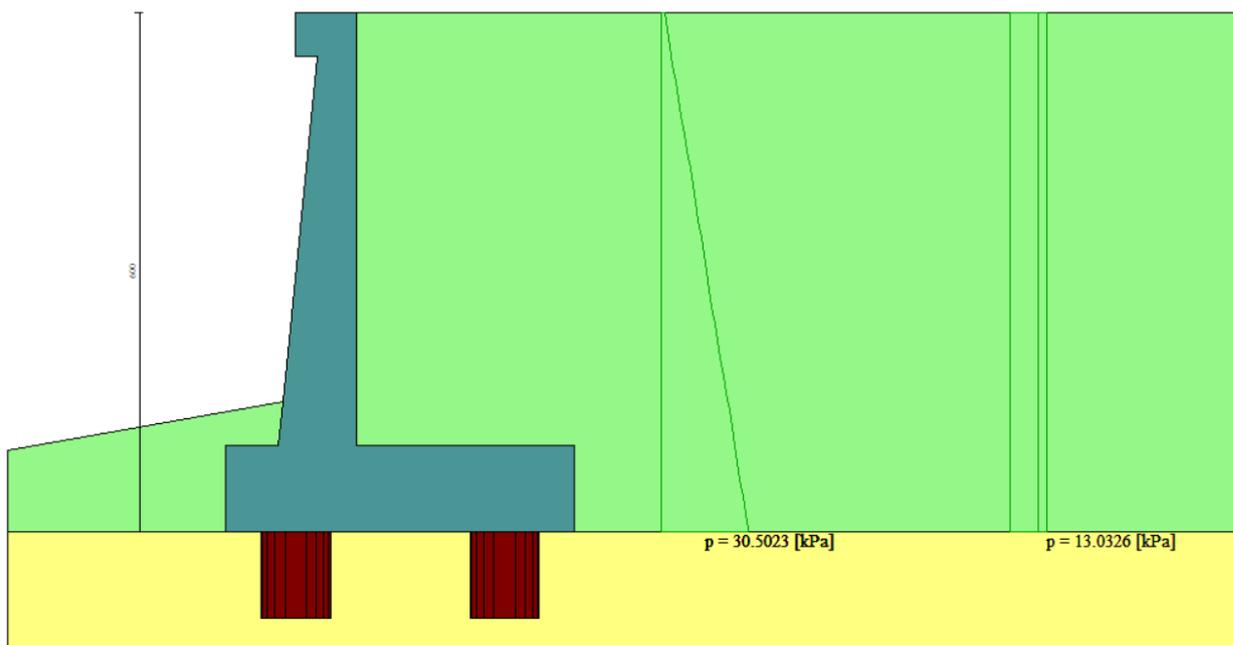


Figura 69: Involuppo spinte_combinazione sismica H+V

Tipo	Combinazione	fondazione	$H_{\text{paramento,max}}$	$S_{\text{paramento,medio}}$	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m ⁴]	[KN/m]	[mm]
D	sismica	pali	5.0	0.65	0.022836	43.53	1.24

Sulla base del calcolo dell'inflessione del paramento in condizioni statiche e sismiche, si ritiene che i cedimenti indotti sul piano stradale risultano essere trascurabili.

9.3.7 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a $F= 79.5\text{kN}$, applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza $d= 1.00$ m dalla base della barriera.

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Il muro presenta una larghezza pari a 0.7m. Si dispone nella mensola una staffatura di $\Phi 12/20$.

La funzione di tali staffe è duplice:

- **Equilibrare l'azione orizzontale F;**
- **Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.**

Per il punto 1. Il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a 45° della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi. Si considera una larghezza della piastra di 0.30m posizionata a 0.10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre $\Phi 12/20$ che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.



Figura 70: cono di diffusione verifica staffe orizzontali

In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a $F=79.5$ kN.

Le barre $\Phi 12/20$ oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove A_s è l'area della staffa e n è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione.

Nel caso in esame è stata assunta, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0.3m che permette di individuare, considerando una diffusione a 45° all'interno dello spessore del cordolo, una larghezza collaborante pari a 1.50m all'interno della quale si dispongono 7 ferri e 14 bracci.

Conseguentemente si ha:

verifica delle staffe orizzontali				
Larghezza collaborante	n bracci orizzontali	Fsd	Frd	FS
[m]	[-]	[KN]	[KN]	[-]
1.50	14	712.51	79.53	8.96

Tabella 85: verifica 1 del cordolo portabARRIERA

La verifica risulta soddisfatta.

Per il punto 2. Il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a 45° a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.

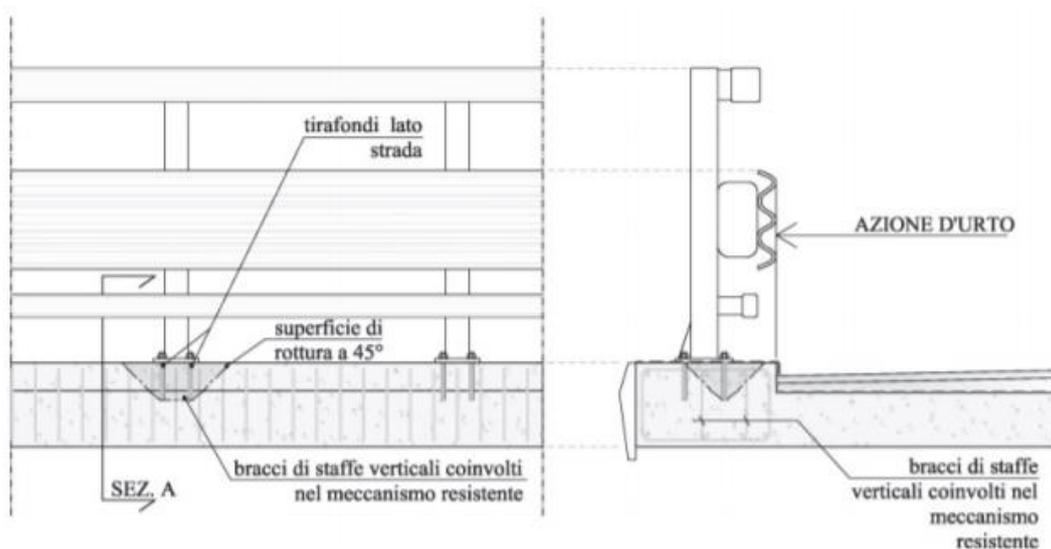


Figura 71: cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a $l = 0.22$ m e un'altezza h della barriera sopra tale piastra di 1 m, si stima T_d come:

$$T_d = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe $\Phi 12/20$. Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.22 m), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a 0.38m e longitudinale di 0.6m. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono 3.

Nel calcolare la resistenza delle staffe verticali si considera anche il contributo dei ferri longitudinali $\Phi 20/20$ del paramento che sono accoppiati alle staffe. Pertanto si calcola la trazione resistente pari a:

$$T_r = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Verifiche delle staffe verticali				
B_{long}	n	T_d	T_r	FS
[m]	[m]	[KN]	[KN]	[-]
0.6	3	361.48	576.80	1.60

Le verifiche risultano essere soddisfatte.

9.4 MURO TIPOLOGICO E1 su 3 pali ($H_{\text{paramento}}=6\text{m}$)

Di seguito si riportano i risultati delle analisi del muro di sostegno denominato "TIPOLOGICO E1", aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

tipologico	fondazione	$H_{\text{paramento}}$	$H_{\text{fondazione}}$	N°pali	D pali	L pali
		[m]	[m]		[m]	[m]
E1	pali	6	1.2	3	0.80	16

Tabella 86: caratteristiche geometriche muri di sostegno

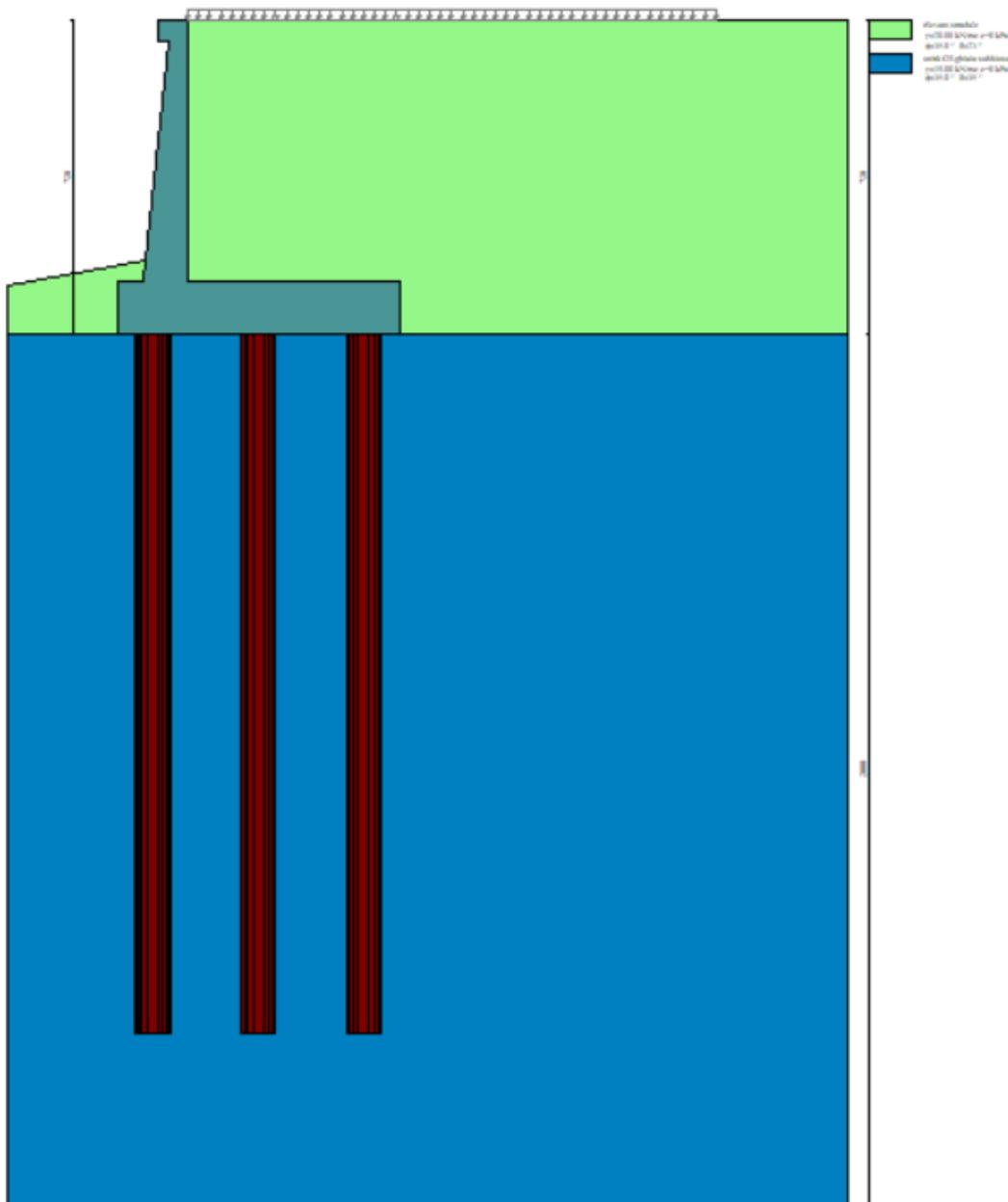


Figura 72: modello di calcolo muro tipologico E1

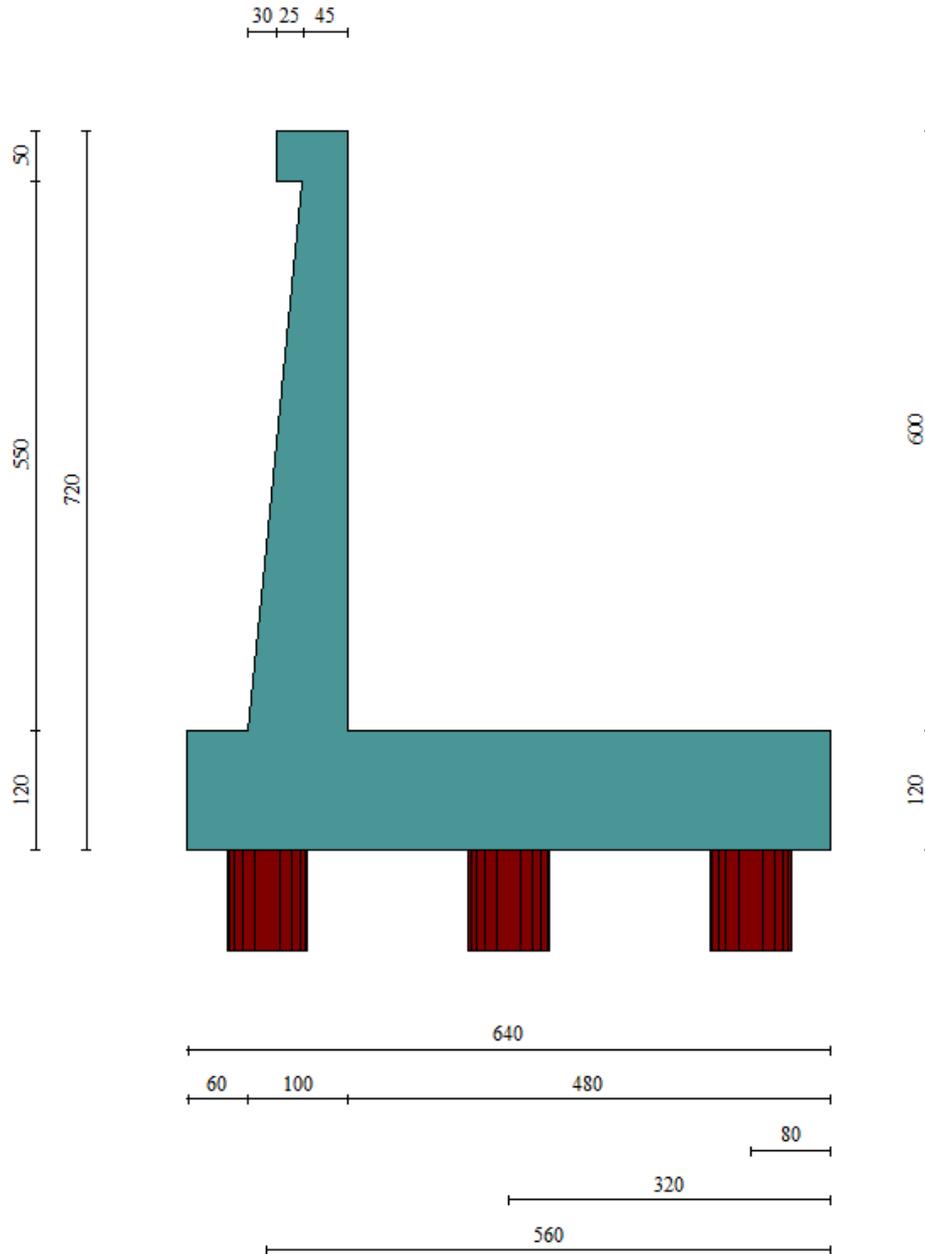


Figura 73: Geometria del muro di sostegno: sezione trasversale

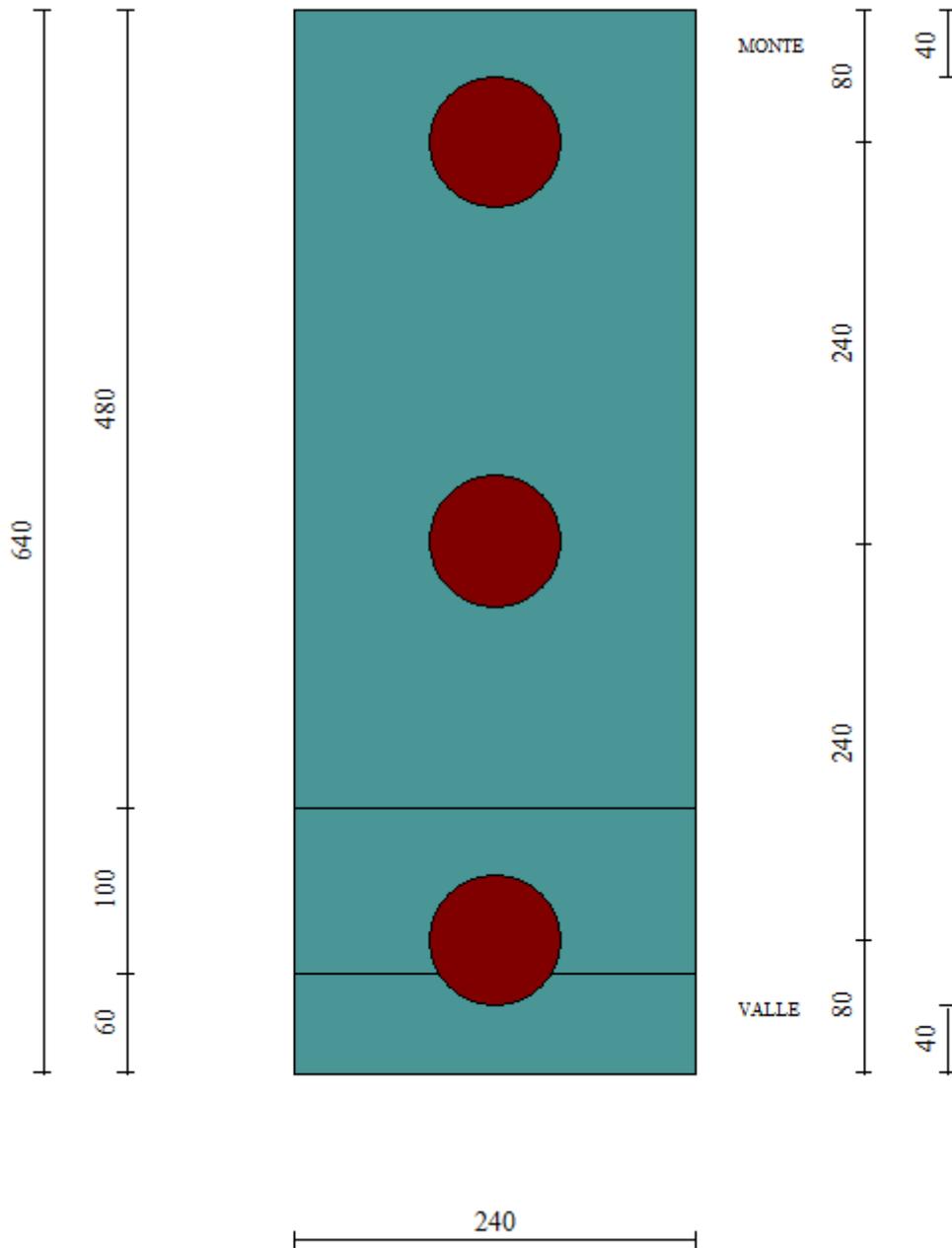


Figura 74:*pianta fondazione su pali*

9.4.1 Sollecitazioni Paramento

Si riportano le sollecitazioni sul paramento che non sono influenzate dalla lunghezza dei pali o dalla tipologia di terreno di fondazione ma esclusivamente dal terreno spingente a tergo. **Occorre precisare che nelle verifiche geotecniche il terreno dinanzi la fondazione è stato considerato pesante ma privo di resistenza passiva**

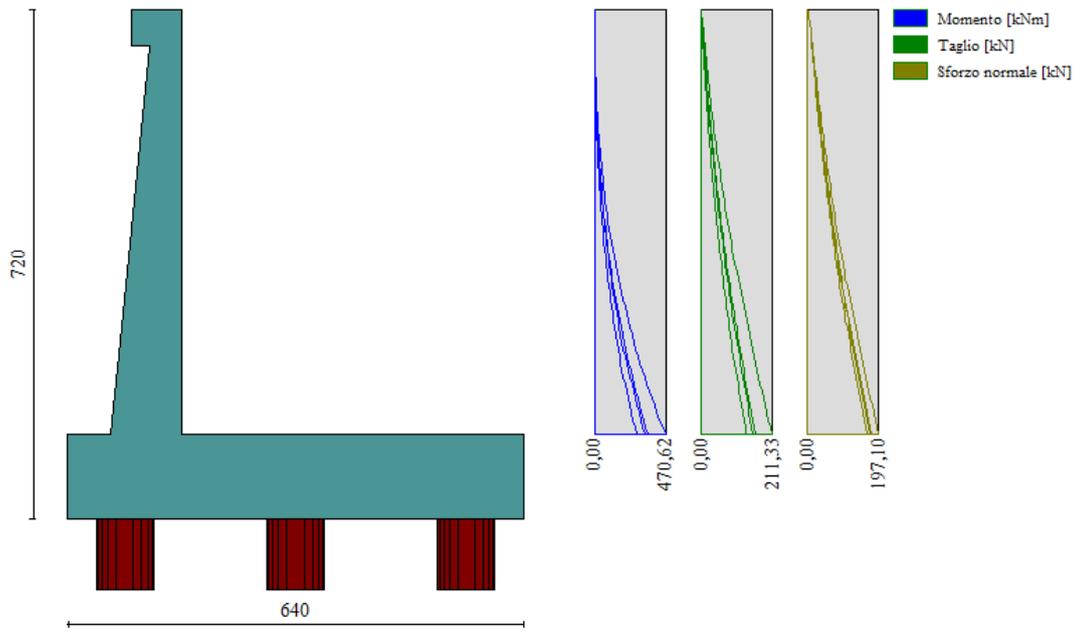


Figura 75 – Inviluppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni statiche

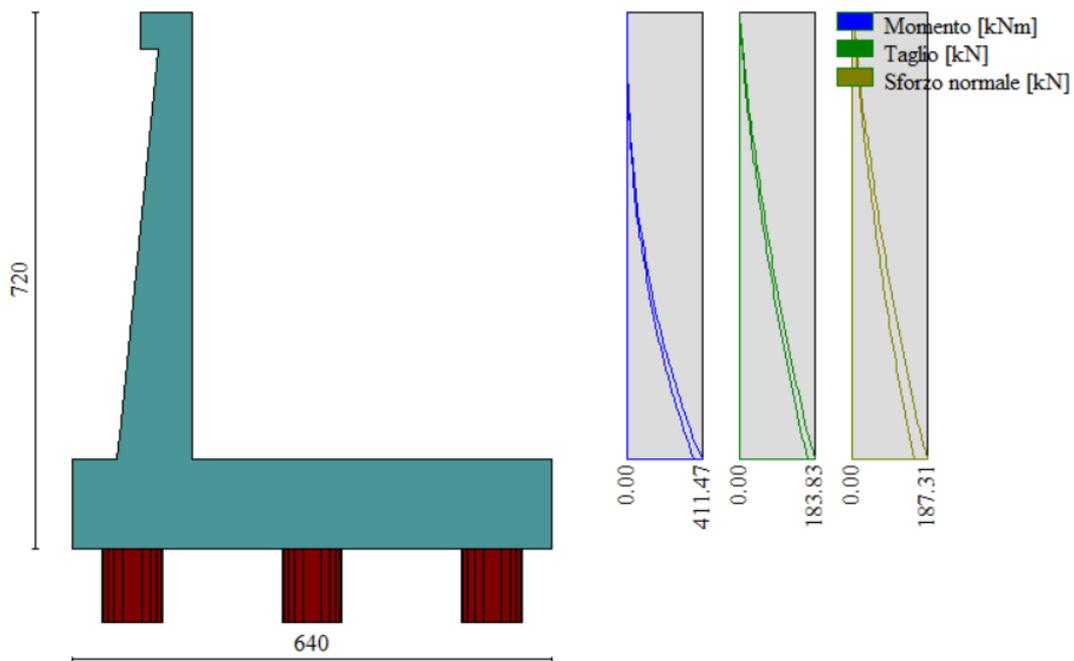


Figura 76- Inviluppo delle sollecitazioni sul paramento del muro di sostegno in condizioni sismiche

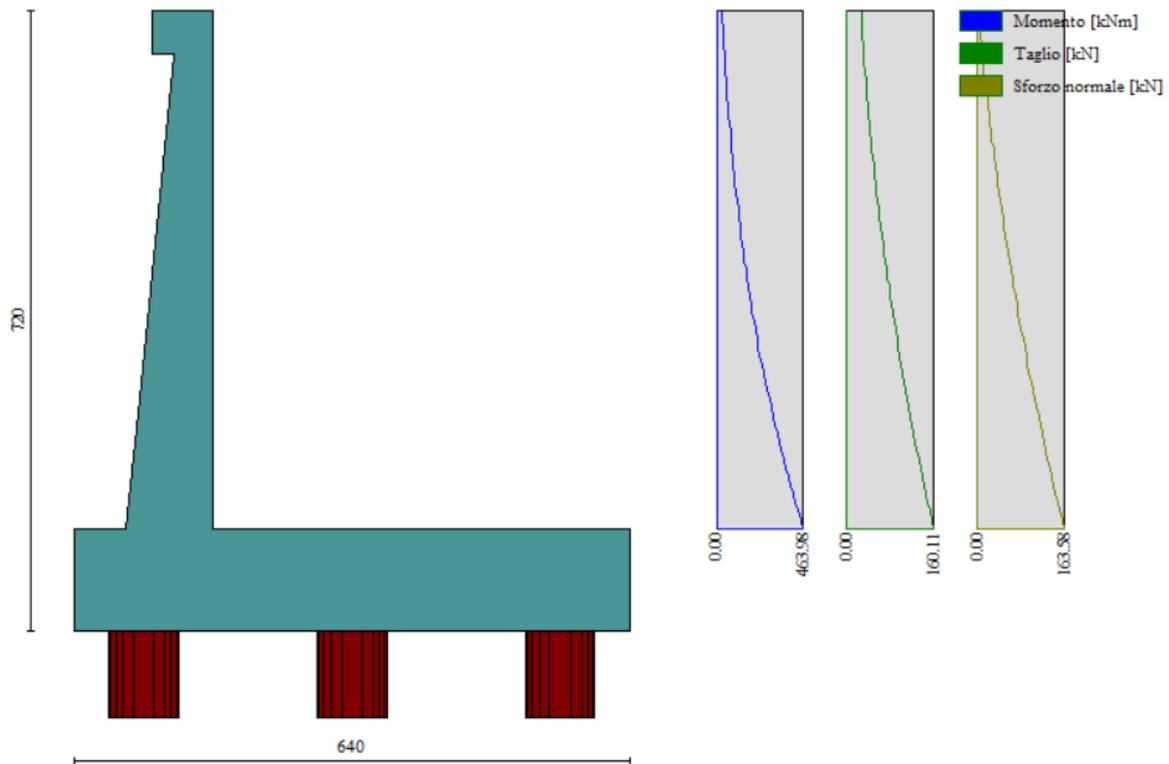


Figura 77: Sollecitazioni combinazione eccezionale urto

9.4.2 Verifiche strutturali paramento e piastra fondazione

Sia le verifiche a pressoflessione che a taglio sono state eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati sulla base delle NTC2018 e mediante software di calcolo PressFle sulla base dell'involuppo dei diagrammi delle sollecitazioni. Nelle verifiche è stato considerato un copriferro (distanza tra il bordo e l'asse del ferro longitudinale) pari a 80mm.

Elemento	STATICA				SISMICA				URTO			
	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted	MY, Ed	MX, Ed	Ned	Ted
	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Paramento	470.62	-	197.1	211.33	411.47	-	187.31	183.83	463.98	-	163.58	160.11
Fondazione	278.41	282.93	-	328.84	856.31	275.91	-	327.74	279.57	239.80	-	251.27

SLE rara				SLE quasi permanente				SLE frequente			
MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved	MY, Ed	MX, Ed	NEd	Ved
[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
353.41	-	175.19	160.53	278.41	-	163.58	133.60	334.66	-	172.29	153.80
278.41	278	-	310.51	278.41	246.8		283.3	278.41	270.3		303.7

Di seguito si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo del paramento e della piastra di fondazione.

Tabella 87: Armature di progetto paramento e piastra fondazione

Armatura a flessione			Armatura a flessione		
Elemento	Lato monte	Lato valle	Elemento	Lato inferiore	Lato superiore
Paramento	Φ26/20	Φ20/20	Piastra fondazione	Φ26/20	Φ26/20

Si dispongono ripartitori in fondazione Φ20/20 e nel paramento Φ16/20.

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE							
Elemento		b	h	M _{ed,y}	M _{ed,x}	N _{Ed,min}	Armature	c	d	M _{Rd}	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[kNm]	[kN]		[mm]	[mm]	[kNm]	[-]
Paramento	monte	1000	1000	470.6	-	197.1	φ26/20	80	920	901.7	1.92
	valle						φ20/20	80			
Fondazione	Superiore	1000	1200	856.3	-		φ26/20	80	1120	1103.2	1.29
	Inferiore						φ26/20	80			
Fondazione (ripartitori)	Superiore	1000	1200		282.9		φ20/20	80	1120	662.8	2.34
	Inferiore						φ20/20	80			

Tabella 88: verifica a pressoflessione

Per il paramento e la fondazione le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio,

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa			Sollecitazioni di Calcolo		TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO							
	b _w (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	A _s (mm ²)	N _{sd} (KN)	V _{sd} (KN)	σ _{cp} (Mpa)	ρ _t	k	f _{ck} (Mpa)	v _{min}	V _{Rdmin} (KN)	V _{Ret} (KN)	F.S.
Paramento	1000	1000	80	920	5	26	2653.3	0	211.33	0	0.003	1.47	33.2	0.36	329.41	343.73	1.63
Fondazione	1000	1200	80	1120	5	26	2653.3	0	328.84	0	0.002	1.42	33.2	0.34	383.24	380.23	1.16

Tabella 89: verifica elementi non armati a taglio

Tuttavia si prevedono nel paramento **ganci Φ12/20x40** mentre per la fondazione dato l'esiguo margine di sicurezza viene condotta la verifica per elementi armati a taglio, disponendo **ganci Φ12/40x20**. Si riporta la verifica a taglio per la fondazione:

Elemento	Armature trasversali					Inclinazione Bielle Compresse				Taglio Compressione		Taglio Trazione		risultati
	n _b	Ø	p (mm)	A _{sw} (mm ²)	α°	θ°	ctg θ	σ _{cp} (Mpa)	α _c	f' _{cd} (Mpa)	V _{Rcd} (KN)	V _{Rsd} (KN)	V _{rd}	F.S.
Fondazione	2.5	12	200	282.6	90	21.8	2.5	0	1	18.81	3269.63	1393.33	1393.33	4.24

Tabella 90: verifica per elementi armati a taglio

Si riportano infine le verifiche tensionali e a fessurazione:

Verifica delle tensioni	CLS 32/40										ACCIAIO B450C			
	I _p	N _{Ed}	M _{ed,y}	M _{ed,x}	σ _{c,y}	σ _{c,x}	σ _{c,max = 0,6 f_{ck}}	FS _y	FS _x	σ _{f,y}	σ _{f,x}	σ _{f,max = 0,8 f_{yk}}	FS _y	FS _x
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]
combinazione rara	Param.	175,2	353,4	-	5,1		19,2	3,78	-	123,3		360,0	2,92	-
	Fond.	-	278,4	278,1	2,9	3,7	19,2	6,69	5,23	100,0	166,3	360,0	3,60	2,17

Tabella 91: verifica tensionale combinazione rara

Verifica delle tensioni	CLS 32/40									
	I _p	N _{Ed}	M _{ed,y}	M _{ed,x}	σ _{c,y}	σ _{c,x}	σ _{c,max = 0,45 f_{ck}}	FS _y	FS _x	
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[-]	
Combinazione quasi permanente	paramento	163,6	278,4	-	4,0	-	14,4	3,60	-	
	fondazione	0,0	278,4	246,8	2,9	3,3	14,4	5,02	4,43	

Tabella 92: verifica tensionale combinazione quasi permanente

Verifica a fessurazione	I _p	N _{Ed}	M _{ed,y}	M _{ed,x}	w _l	w	FS _y
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
	Combinazione quasi permanente	paramento	163,6	278,4	-	0,2	-
fondazione		0,0	278,4	246,8	0,2	-	

Tabella 93: verifica a fessurazione- combinazione quasi permanente

Verifica a fessurazione	I _p	N _{Ed}	M _{ed,y}	M _{ed,x}	w _l	w	FS _y
	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
	Combinazione frequente	paramento	172,3	334,7	0,0	0,3	0,1010
fondazione		0,0	278,4	270,3	0,3	-	-

Tabella 94: verifica a fessurazione- combinazione frequente

9.4.3 Sollecitazioni in testa ai pali e lungo il fusto

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di taglio, momento e sforzo normale. Si fa notare che nel software di calcolo, i pali sono stati considerati incernierati in testa ottenendo le sollecitazioni in termini di sforzo normale e taglio. Nella realtà i pali risultano essere incastrati nel plinto di fondazione, pertanto il valore del momento flettente verrà determinato sulla base della teoria di Matlock e Reese di seguito descritta.

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incernierati a tale piastra.

Lo sforzo normale nei pali è calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{M}{d}$$

Dove d rappresenta l'interasse trasversale tra i pali.

Pertanto, allo sforzo normale derivato dal codice di calcolo è stato sommato il contributo di compressione o di trazione generato dall'azione flettente, per tener conto dell'interazione palo-terreno.

Le azioni derivanti da questo modello vengono confrontate con le curve di capacità portante dei pali di fondazione.

Mentre le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali come di seguito riportato:

$$V_i = \frac{V_{Ed}}{n}$$

In definitiva, gli scarichi a testa palo sono pari a quanto di seguito riportato.

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	853.98	0	-179.24
	2	807.29	0	-179.24
	3	760.6	0	-179.24
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	482.5	0	-353.06
	2	878.95	0	-353.06
	3	1275.39	0	-353.06
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	295.47	0	-334.79
	2	698.97	0	-334.79
	3	1102.47	0	-334.79
ECCEZ. URTO L=4.8m	1	501.59	0	-205.67
	2	780.69	0	-205.67
	3	1059.79	0	-205.67
7 - SLER	1	814.16	0	-136.21
	2	752.62	0	-136.21
	3	691.08	0	-136.21
8 - SLEF	1	788.94	0	-130.64
	2	731.02	0	-130.64
	3	673.1	0	-130.64
9 - SLEQ	1	713.3	0	-113.94
	2	666.23	0	-113.94
	3	619.16	0	-113.94

Tabella 95: Scarichi in testa ai pali

Per la valutazione del momento flettente a testa palo si è utilizzata la teoria di Matlock e Reese per la quale il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente α (espresso in metri) "coefficiente di Matlock e Reese":

$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente α dipende principalmente dalle caratteristiche di rigidezza relative palo-terreno e, generalmente, fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo, D , α dipende quindi dalla rigidezza del terreno. Nelle verifiche si è fatto riferimento al seguente coefficiente di Matlock e Reese:

PALI D800 per pk 0+000 a 0+050
$\alpha = 1.60 \text{ m}$

Tabella 96: parametro α

Vengono riportate nella tabella che segue le sollecitazioni in testa ai pali.

Combinazione	Ip	V	α	M	N	N+M/d
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	179.2	1.600	286.8	854.0	674.74
	2	179.2	1.600	286.8	807.3	807.29
	3	179.2	1.600	286.8	760.6	939.84
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	353.1	1.600	564.9	482.5	129.44
	2	353.1	1.600	564.9	879.0	878.95
	3	353.1	1.600	564.9	1275.4	1628.45
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	334.8	1.600	535.7	295.5	-39.32
	2	334.8	1.600	535.7	699.0	698.97
	3	334.8	1.600	535.7	1102.5	1437.26
ECCEZ. URTO	1	205.7	1.600	329.1	501.6	295.92
	2	205.7	1.600	329.1	780.7	780.69
	3	205.7	1.600	329.1	1059.8	1265.46
SLE - Rara	1	136.2	1.600	217.9	814.2	677.95
	2	136.2	1.600	217.9	752.6	752.62
	3	136.2	1.600	217.9	691.1	827.29
SLE - Frequente	1	130.6	1.600	209.0	788.9	658.30
	2	130.6	1.600	209.0	731.0	731.02
	3	130.6	1.600	209.0	673.1	803.74
SLE - Quasi Permanente	1	113.9	1.600	182.3	713.3	599.36
	2	113.9	1.600	182.3	666.2	666.23
	3	113.9	1.600	182.3	619.2	733.10

Tabella 97: sollecitazioni in testa ai pali

Si riportano inoltre nella seguente tabella, ai fini delle prove in corso d'opera, le sollecitazioni in punta ai pali pari a 1.5SLE (ai sensi del par. 6.4.3.7.2. delle NTC 2018):

Combinazione	Ip	V	α	M	N
	[-]	[kN]	[m]	[kNm]	[kN]
1.5*SLE_rara	136.2	1.600	217.9	1221.2	1085.03
	136.2	1.600	217.9	1128.9	1128.93
	136.2	1.600	217.9	1036.6	1172.83

Tabella 98: sollecitazioni 1.5*SLE

Al fine di determinare le sollecitazioni lungo il fusto del palo si fa riferimento alla già citata teoria di Matlock&Reese secondo cui i valori di momento flettente e taglio possono essere determinati secondo le seguenti espressioni:

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

$$\begin{aligned} \text{Taglio:} \quad F &= A_v F_0 + B_v M_0/T \\ \text{Momento:} \quad M &= A_m F_0 T + B_m M_0 \end{aligned}$$

Dove:

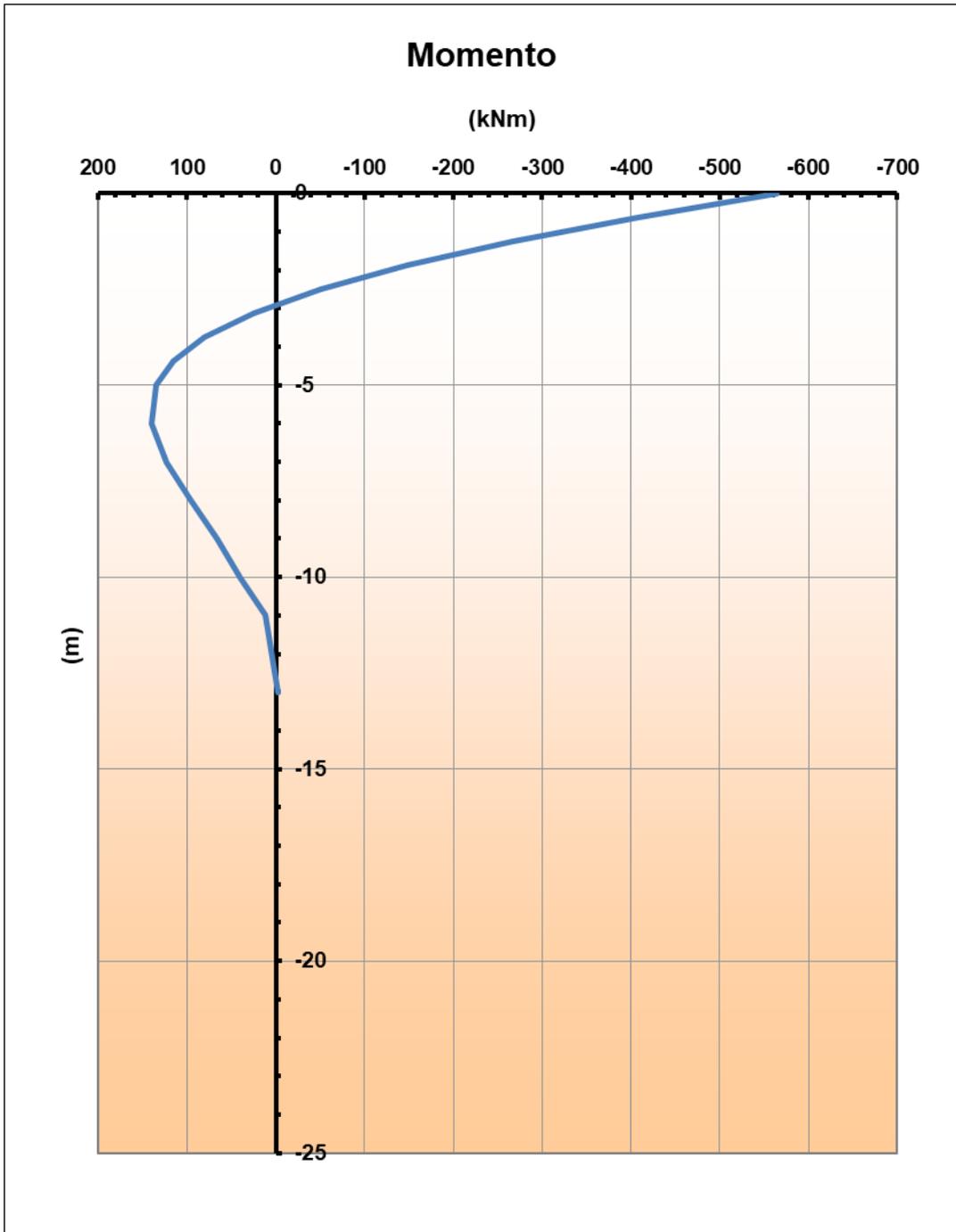
- A_v, A_m, B_v, B_m sono i coefficienti adimensionali di flessibilità della sommità del palo;
- F_0 è il taglio massimo in testa al palo allo SLU/SLV;
- M_0 è il momento massimo in sommità per palo impedito di ruotare pari a $M_0 = -\alpha F_0$
- T è la lunghezza elastica pari a $T = (EJ/K_h)^{0.20}$
-

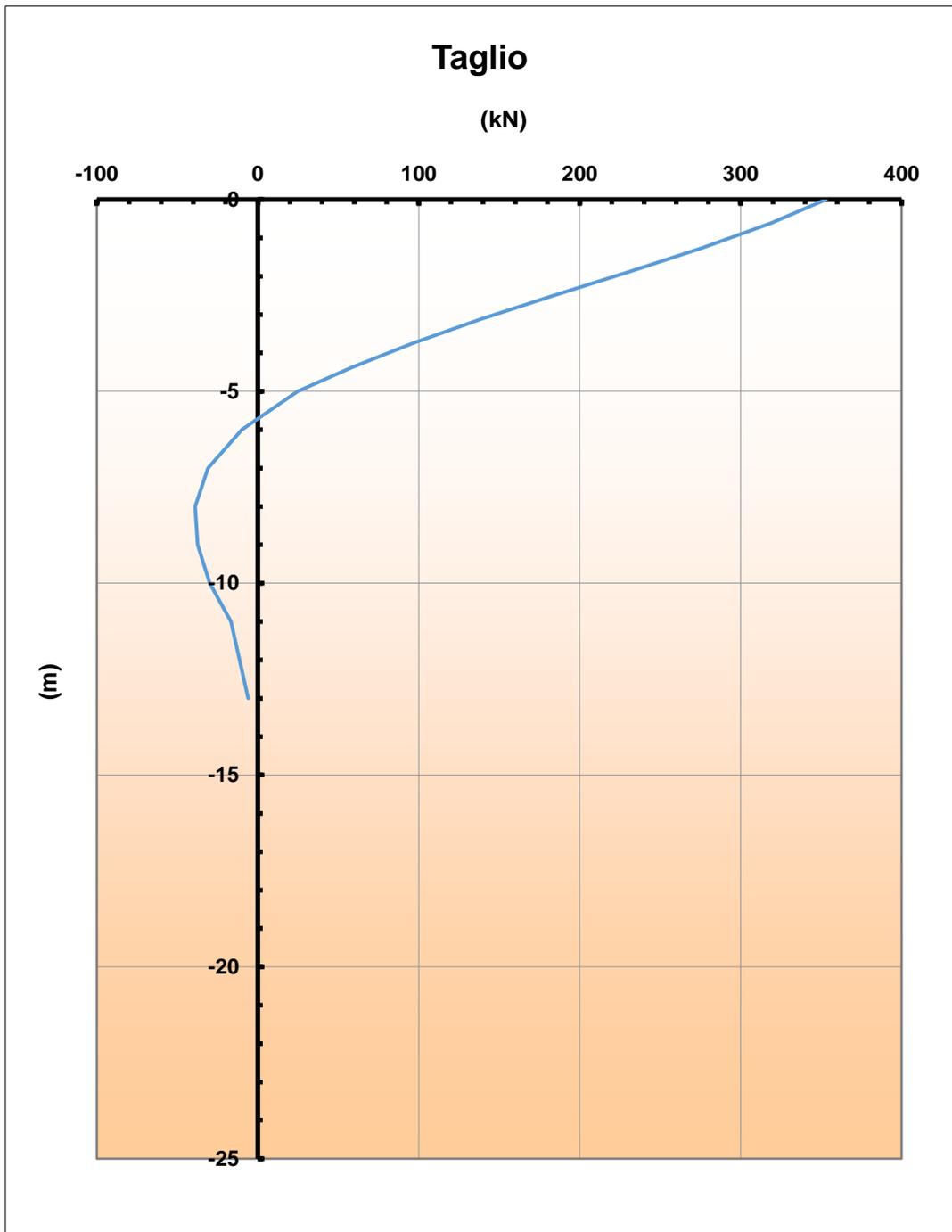
Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati della Relazione Geotecnica.

Per il caso in esame si ha:

z [m]	z/T	A _v	A _m	B _v	B _m
0	0	1	0	0	1
-0.625	0.213	0.7954	0.1916	-0.1468	0.9841
-1.25	0.426	0.5814	0.3383	-0.2781	0.9382
-1.875	0.639	0.3756	0.44	-0.3844	0.8668
-2.5	0.852	0.1876	0.4994	-0.4591	0.7761
-3.125	1.066	0.0273	0.5215	-0.5015	0.6729
-3.75	1.279	-0.1015	0.5127	-0.513	0.564
-4.375	1.492	-0.1965	0.4801	-0.4978	0.4556
-5	1.705	-0.2627	0.4307	-0.4577	0.353
-6	2.046	-0.3002	0.3325	-0.3738	0.2095
-7	2.387	-0.2853	0.2307	-0.2715	0.0993
-8	2.728	-0.2361	0.1408	-0.1731	0.024
-9	3.069	-0.1722	0.071	-0.091	-0.0201
-10	3.41	-0.1048	0.0233	-0.0276	-0.0399
-11	3.978	-0.0346	-0.0147	0.0175	-0.0401
-13	4.546	0.0024	-0.0215	0.0268	-0.0257
-14	5.115	0.0138	-0.0157	0.0191	-0.0119
-15	5.967	0.0098	-0.0043	0.0059	-0.0014
-16	6.819	0	0	0	0

Si riportano i diagrammi relativi al profilo delle sollecitazioni flettenti e di taglio lungo il fusto del palo, calcolate considerando la combinazione di carico più gravosa (SLV).





Il momento flettente e il taglio massimi vengo raggiunti in corrispondenza della sommità dei pali.

Nel caso in esame si considera una armatura di progetto uniforme per l'intera lunghezza del palo, pertanto, le verifiche verranno effettuate considerando le sollecitazioni massime agenti.

9.4.4 Verifiche strutturali pali

Per i pali di fondazione di diametro $D=800\text{mm}$ si prevedono le seguenti armature:

gabbia $24\phi 24$ e staffa a spirale $\phi 12/20$;

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per i pali ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 8.9cm

9.4.4.1 Verifiche SLU-Pressoflessione

Occorre osservare che la determinazione dell'armatura nei pali di fondazione dipende anche dal soddisfacimento della verifica a carico limite orizzontale (Broms) riportata al paragrafo 10.1.5.

Si riporta in seguito la verifica a presso-flessione.

Verifica a pressoflessione	I_p	M_{Ed}	N_{Ed}	M_{Rd}	FS
	[-]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	286.8	854.0	1220.2	4.25
	2	286.8	807.3	1239.7	4.32
	3	286.8	760.6	1258.2	4.39
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	564.9	482.5	1131.6	2.00
	2	564.9	879.0	1249.8	2.21
	3	564.9	1275.4	1341.9	2.38
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	535.7	295.5	1105.4	2.06
	2	535.7	699.0	1223.8	2.28
	3	535.7	1102.5	1320.9	2.47
ECCEZ. URTO	1	278.2	664.6	1160.2	4.17
	2	278.2	780.7	1235.9	4.44
	3	278.2	896.8	1300.6	4.68

Tabella 99: Verifica a pressoflessione

9.4.4.2 Taglio

Le verifiche a taglio sono state condotte con riferimento ad elementi in c.a. armati a taglio, avendo assunto come inclinazione del puntone compresso $\theta = 27^\circ$ e disponendo $\Phi 12/20\text{cm}$.

Verifica a taglio ($\theta = 27^\circ$)	I_p	N_{Ed}	V_{Ed}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	854.0	179.2	486.2	1385.8	486.2	2.71
	2	807.3	179.2	486.2	1385.8	486.2	2.71
	3	760.6	179.2	486.2	1385.8	486.2	2.71
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	482.5	353.1	486.2	1385.8	486.2	1.38
	2	879.0	353.1	486.2	1385.8	486.2	1.38
	3	1275.4	353.1	486.2	1385.8	486.2	1.38
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	295.5	334.8	486.2	1385.8	486.2	1.45
	2	699.0	334.8	486.2	1385.8	486.2	1.45
	3	1102.5	334.8	486.2	1385.8	486.2	1.45
ECCEZ. URTO	1	664.6	173.9	486.2	1385.8	486.2	2.80
	2	780.7	173.9	486.2	1385.8	486.2	2.80
	3	896.8	173.9	486.2	1385.8	486.2	2.80

Tabella 100: verifica a taglio

9.4.4.3 Verifiche SLE

Si riportano le verifiche tensionali e a fessurazione dei pali eseguite mediante il software pressFle.

Verifica delle tensioni			CLS 25/30			ACCIAIO B450C		
	N_{Ed}	M_{Ed}	σ_c	$\sigma_{c,max} = 0,6 f_{ck}$	FS	σ_f	$\sigma_{f,max} = 0,8 f_{yk}$	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Rara	691.1	213.4	5.9	15.0	2.55	30.9	360.0	11.65

Verifica delle tensioni			CLS C25/30		
	N_{Ed}	M_{Ed}	σ_c	$\sigma_{c,max} = 0,45 f_{ck}$	FS
	[kN]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
SLE - Quasi Permanente	619.2	179	4.9	11.3	2.31

Tabella 101: verifica limitazione tensioni

Verifica a fessurazione	N_{Ed}	M_{Ed}	w_f	w_1	FS
	[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[-]
SLE - Quasi Permanente	619.2	178.5	-	0,200	-
SLE - Frequente	673.1	204.7	0,017	0,300	18,18

Figura 78: verifica a fessurazione

9.4.5 Verifiche geotecniche dei pali

9.4.5.1 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali

La determinazione della lunghezza dei pali è il risultato della verifica di capacità portante. Si riporta la verifica di capacità portante e la lunghezza dei pali ottenuta considerando la curva di capacità portante per pali D800 nel tratto pk 0+000 a 0+050.

CURVA DI CAPACITA' D800 TRATTO 0-0+50							
Capacità portante nei confronti dei carichi verticali di compressione - SLU-							
L_p	Q_{ll}	Q_{bl}	W_p	Q_u	Q_d	$N_{max+} M/D$	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
0	0	244	0	244	106	1628	0.07
0.5	20	325	2	343	150	1628	0.09
1	47	406	4	449	196	1628	0.12
1.5	79	487	6	560	246	1628	0.15
2	117	568	8	677	299	1628	0.18
2.5	161	649	10	800	354	1628	0.22
3	209	688	12	885	394	1628	0.24

3.5	260	726	14	972	434	1628	0.27
4	314	765	16	1062	476	1628	0.29
4.5	370	803	18	1155	520	1628	0.32
5	430	842	20	1251	565	1628	0.35
5.5	492	880	22	1349	611	1628	0.38
6	556	919	24	1451	659	1628	0.40
6.5	624	957	26	1555	708	1628	0.43
7	694	996	29	1661	759	1628	0.47
7.5	768	1034	31	1771	811	1628	0.50
8	844	1072	33	1883	864	1628	0.53
8.5	922	1111	35	1998	919	1628	0.56
9	1004	1149	37	2116	975	1628	0.60
9.5	1088	1188	39	2237	1033	1628	0.63
10	1175	1226	41	2360	1092	1628	0.67
10.5	1265	1265	43	2487	1152	1628	0.71
11	1357	1303	45	2616	1214	1628	0.75
11.5	1453	1342	47	2747	1278	1628	0.78
12	1551	1380	49	2882	1342	1628	0.82
12.5	1651	1418	51	3019	1408	1628	0.86
13	1755	1457	53	3159	1476	1628	0.91
13.5	1862	1495	55	3302	1545	1628	0.95
14	1971	1534	57	3448	1615	1628	0.99
14.5	2083	1572	59	3596	1687	1628	1.04
15	2197	1611	61	3747	1760	1628	1.08
15.5	2315	1649	63	3901	1835	1628	1.13
16	2435	1688	65	4058	1911	1628	1.17

Tabella 102: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi verticali

In accordo con la curva di capacità portante ottenuta, è stata considerata una lunghezza dei pali pari a 16m.

9.4.5.2 Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali

Nel seguito si riportano i risultati riguardanti la verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali dei pali all'SLU, secondo la teoria di Broms descritta nel § 6.1.

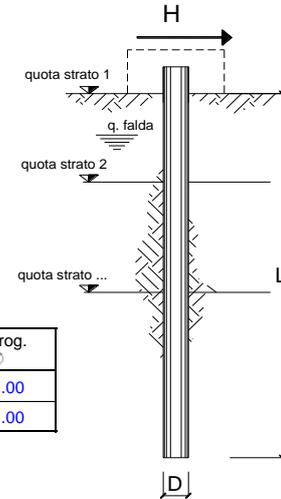
Verifica di capacità portante H	I_p	V_{Ed}	N_{Ed}	M_{Rd}	H_d	F_d	FS
	[-]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]
SLU - STR (A1-M1-R3)	1	179.2	674.7	1220.2	473.1	179.2	2.64
	2	179.2	807.3	1239.7	473.1	179.2	2.64
	3	179.2	939.8	1258.2	486.6	179.2	2.71
SLU - STR (A1-M1-R3) H + V	1	353.1	129.4	1131.6	446.6	353.1	1.26
	2	353.1	879.0	1249.8	473.1	353.1	1.34
	3	353.1	1628.5	1341.9	500.3	353.1	1.42
SLU - STR (A1-M1-R3) H - V	1	334.8	-39.3	1105.4	433.7	334.8	1.30

	2	334.8	699.0	1223.8	473.1	334.8	1.41
	3	334.8	1437.3	1320.9	500.3	334.8	1.49
ECCEZ. URTO	1	205.7	295.9	1160.2	459.8	205.7	2.24
	2	205.7	780.7	1235.9	473.1	205.7	2.30
	3	205.7	1265.5	1300.6	486.6	205.7	2.37

Tabella 103: Verifica di capacità portante nei confronti dei carichi orizzontali – SLU

opera

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ψ	γ_{cu}	γ_T
S U D	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	Unità GS	276.00	19	9	35	3.69		35	3.69	
<input type="checkbox"/> strato 2						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 271 (m)
 Diametro del palo D 0.80 (m)
 Lunghezza del palo L 16.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y 1131.59 (kNm)
 Step di calcolo 0.05 (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	987.0 (kN)		987.0 (kN)	
Palo intermedio	4771.6 (kN)		4771.6 (kN)	
Palo corto	16180.7 (kN)		16180.7 (kN)	
	H_{med} 987.0 (kN)	Palo lungo	H_{min} 987.0 (kN)	Palo lungo
	H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)		580.60 (kN)	
	H_d = H_k/γ_T		446.62 (kN)	
Carico Assiale Permanente (G):		G =	353.1 (kN)	
Carico Assiale variabile (Q):		Q =	(kN)	
	F_d = G · γ_G + Q · γ_Q =		353.10 (kN)	
	FS = H_d / F_d =		1.26	

— M. Mancina, R. Nori, P. Iasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI—

Figura 79: verifica Broms-carico limite orizzontale

9.4.5.3 Verifica di stabilità globale

Si riportano i FS della verifica di stabilità globale effettuata con il metodo di Bishop in condizioni statiche e sismiche.

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	14.96	3.425

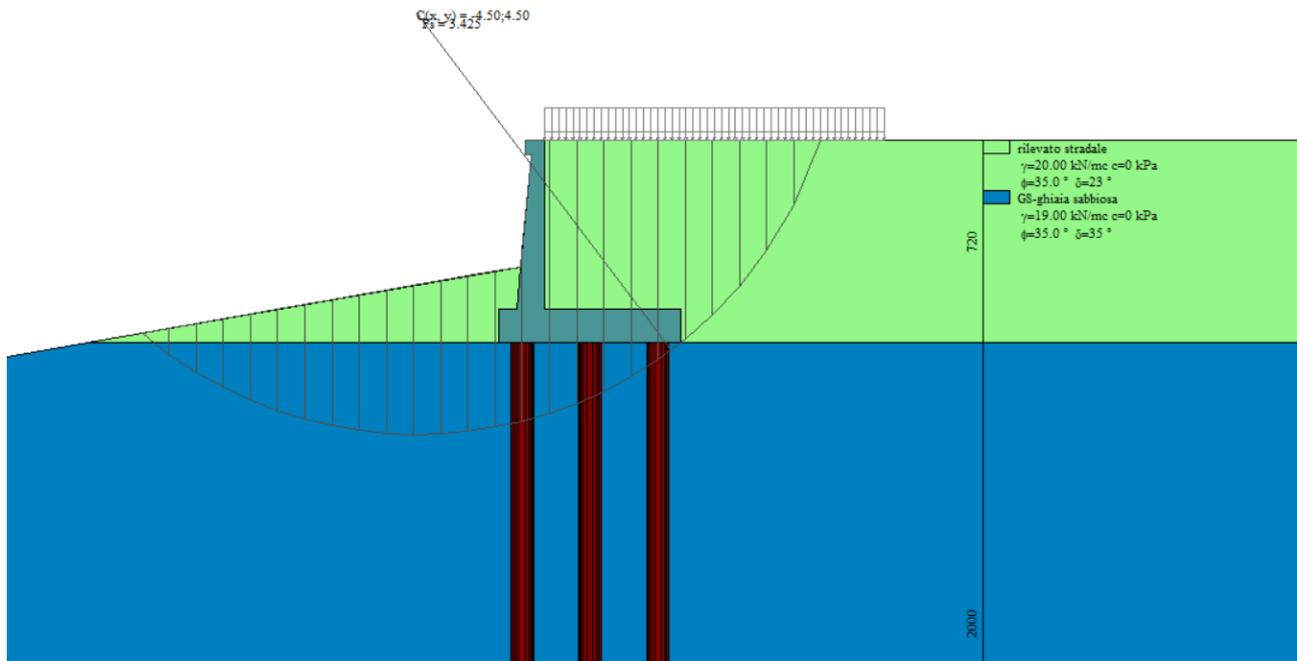


Figura 80: Verifica di stabilità globale _ cond. statica _FS=3.42

Ic	C [m]	R [m]	FS
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	14.96	2.546
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	21.46	2.550

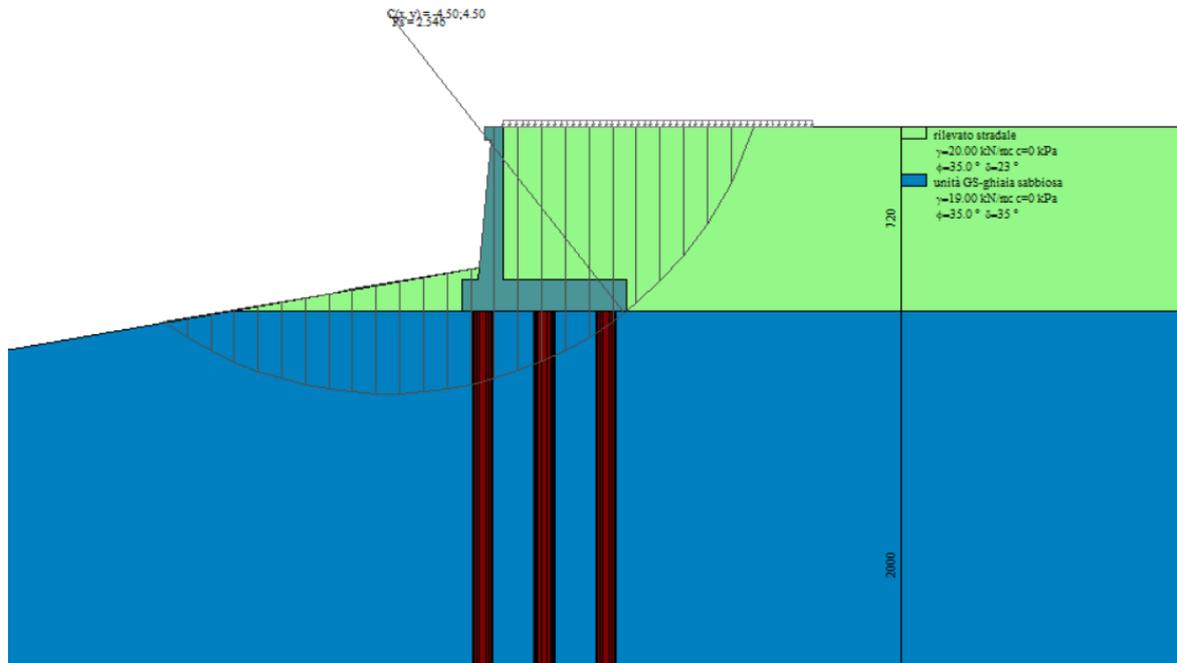


Figura 81: Verifica di stabilità globale _ cond. sismica H+V (FS=2.546)

9.4.6 Verifica dell'inflessione del paramento

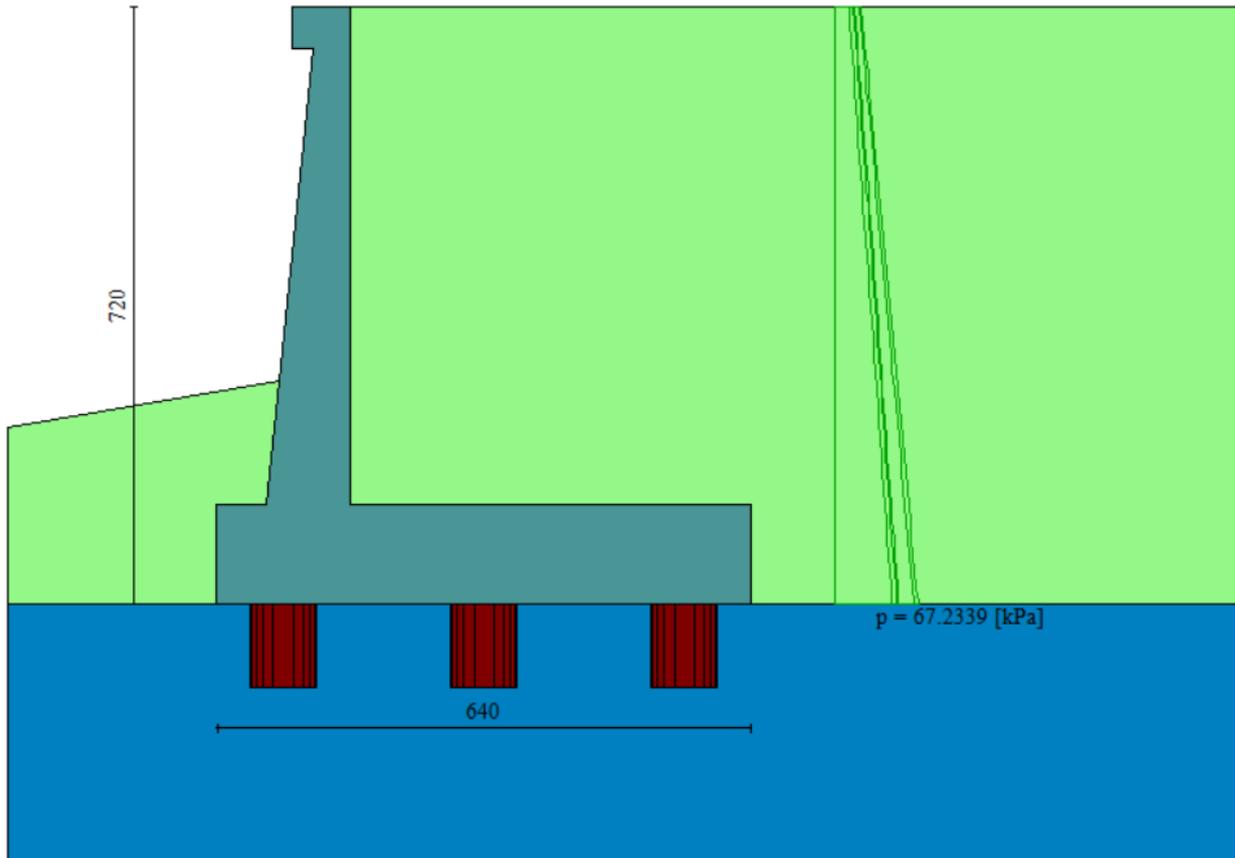
Ai fini della valutazione di possibili cedimenti a tergo del muro di sostegno, in corrispondenza della piattaforma stradale, si calcola l'inflessione del paramento sotto i carichi allo SLU.

Il calcolo dell'inflessione avviene facendo riferimento- cautelativamente- agli schemi noti della teoria dell'elasticità considerando come carico l'involuppo delle spinte sul paramento scondo cui la freccia massima è pari a :

$$f = \frac{q L^4}{30 E J}$$

Dove:

- q è la pressione triangolare massima agente alla base del paramento del muro;
- L è l'altezza del paramento;
- E è il modulo elastico del calcestruzzo;
- J è l'inerzia della sezione media del muro.



Tipo	Combinazione	fondazione	$H_{\text{paramento,max}}$	$S_{\text{paramento,medio}}$	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m ⁴]	[KN/m]	[mm]
E1	statica	pali	6.0	0.70	0.028515	67.23	3.18

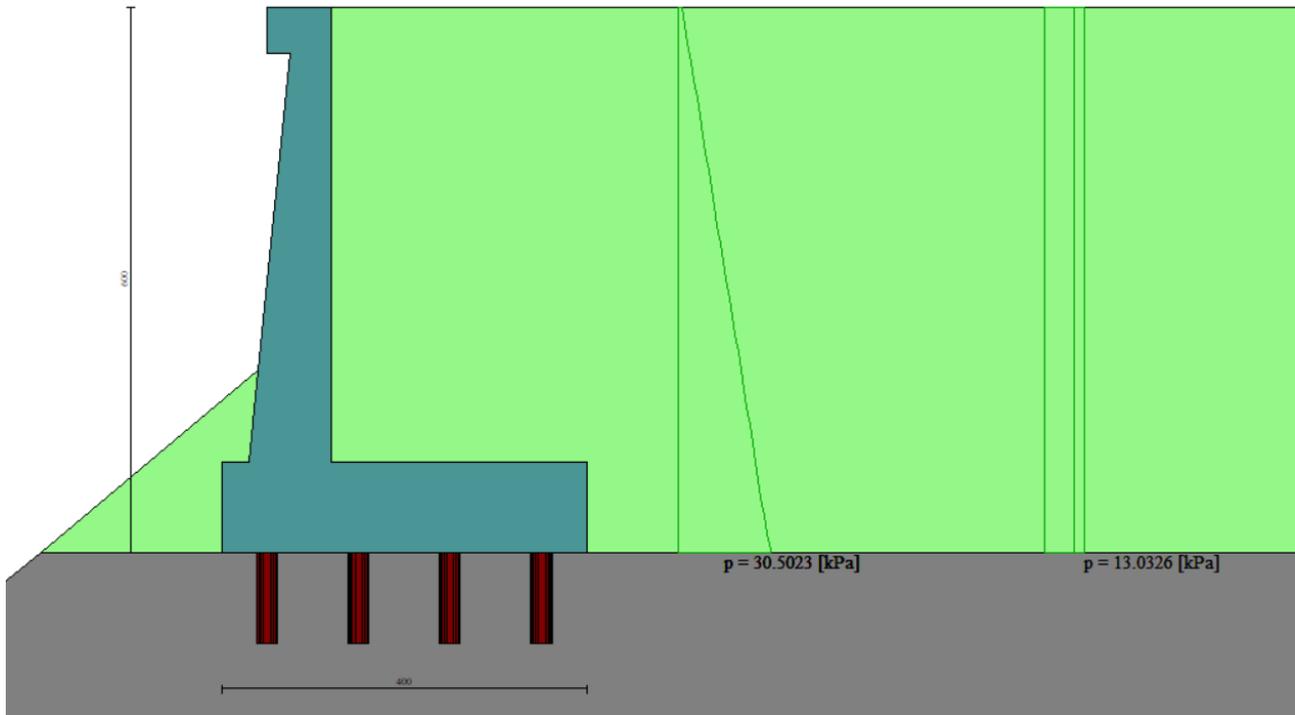


Figura 82: Inviluppo spinte _combinazione sismica H+V

Tipo	Combinazione	fondazione	$H_{\text{paramento,max}}$	$S_{\text{paramento,medio}}$	Inerzia	q	w
			[m]	[m]	[m ⁴]	[KN/m]	[mm]
E1	sismica	pali	6.0	0.70	0.028515	51.81	2.45

Sulla base del calcolo dell'inflexione del paramento in condizioni statiche e sismiche, si ritiene che i cedimenti indotti sul piano stradale risultano essere trascurabili.

9.4.7 Verifiche locali della mensola per azioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 7.4. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a $F= 79.5\text{kN}$, applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera.

Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza $d= 1.00$ m dalla base della barriera.

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Il muro presenta una larghezza pari a 0.7m. Si dispone nella mensola una staffatura di $\Phi 12/20$.

La funzione di tali staffe è duplice:

- **Equilibrare l'azione orizzontale F;**
- **Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out.**

Per il punto 1. Il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a 45° della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi.

Si considera una larghezza della piastra di 0.30m posizionata a 0.10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre $\Phi 12/20$ che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.

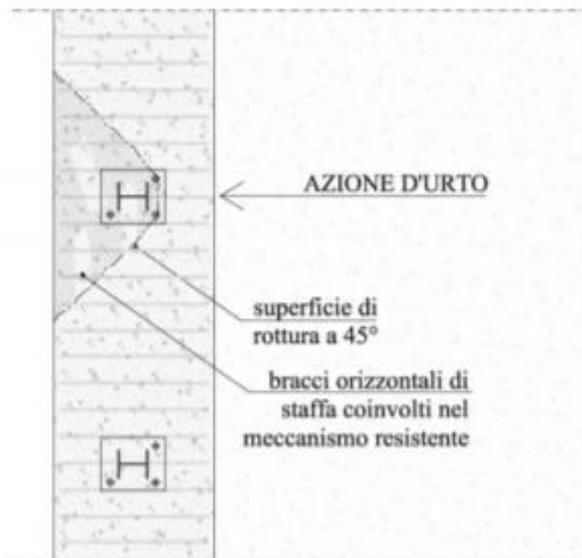


Figura 83: cono di diffusione verifica staffe orizzontali

In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a $F=79.5$ kN.

Le barre $\Phi 12/20$ oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove A_s è l'area della staffa e n è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione.

Nel caso in esame è stata assunta, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0.3m che permette di individuare, considerando una diffusione a 45° all'interno dello spessore del cordolo, una larghezza collaborante pari a 1.50m all'interno della quale si dispongono 7 ferri e 14 bracci.

Conseguentemente si ha:

verifica delle staffe orizzontali				
Larghezza collaborante	n bracci orizzontali	Fsd	Frd	FS
[m]	[-]	[KN]	[KN]	[-]
1.50	14	712.51	79.53	8.96

Tabella 104: verifica 1 del cordolo portabarriera

La verifica risulta soddisfatta.

Per il punto 2. Il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a 45° a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.

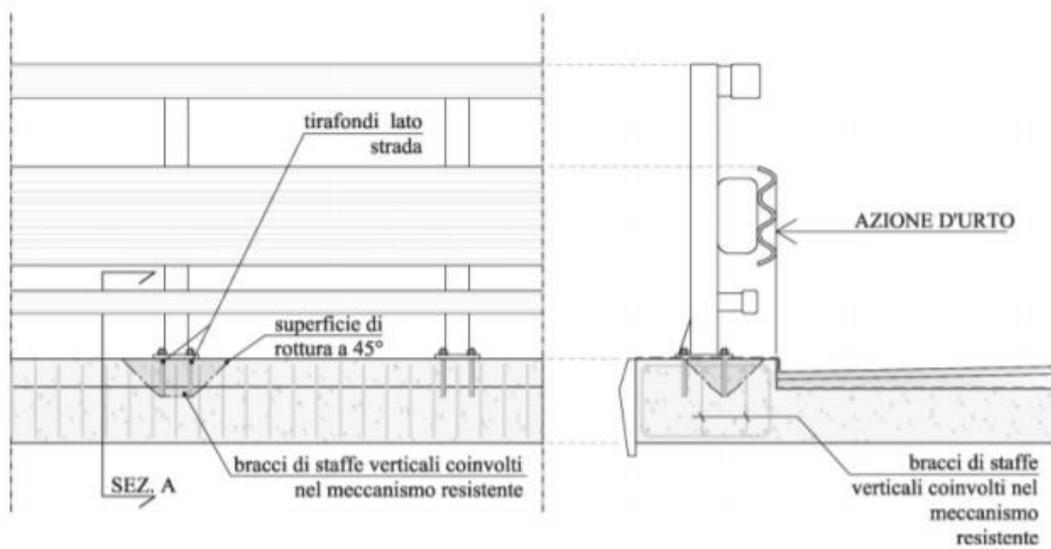


Figura 84: cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a $l = 0.22$ m e un'altezza h della barriera sopra tale piastra di 1 m, si stima T_d come:

$$T_d = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe $\Phi 12/20$. Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 19 cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di 0.22 m), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a 0.38m e longitudinale di 0.6m. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono 3.

Nel calcolare la resistenza delle staffe verticali si considera anche il contributo dei ferri longitudinali $\Phi 26/20$ del paramento che sono accoppiati alle staffe. Pertanto si calcola la trazione resistente pari a:

$$T_r = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Trattandosi di un'azione eccezionale, le verifiche dei cordoli portabarriera all'urto devono essere condotte considerando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sulle resistenze dei materiali.

Verifiche delle staffe verticali				
B_{long}	n	T_d	T_r	FS
[m]	[m]	[KN]	[KN]	[-]
0.6	3	361.48	869.44	2.41

Le verifiche risultano essere soddisfatte.

10 TABULATI DI CALCOLO

10.1 MURO TIPOLOGICO A0

10.1.1 Condizione statica e sismica

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	25.0000	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [kPa]	f _{uk} [kPa]
B450C	450000	540000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	10.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Falda

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-4.00	-2.10	0.000

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
2	10.00	-2.10	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	10.00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	1.50	[m]
Altezza paramento libero	0.75	[m]
Spessore in sommità	0.70	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.70	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.00	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.00	[m]
Lunghezza totale	2.70	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.60	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

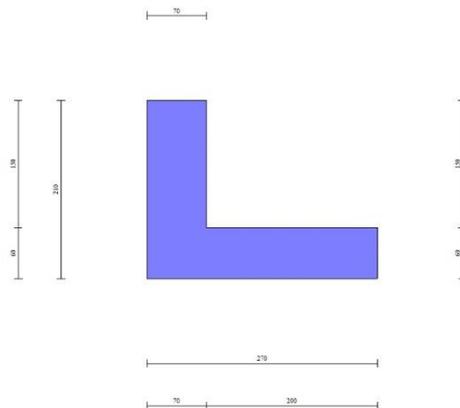


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
----	-------	---------------------	---------------------------	---------------	-----------------	------------	-------------	------	-------------------

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	---	---
2	unità GS- ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	---	---
3	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	---	---

Parametri di deformabilità

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
v	Coeff. di Poisson
Ed	Modulo edometrico, espresso in [kPa]
CR	Rapporto di compressione
RR	Rapporto di ricomprensione
OCR	Grado di sovraconsolidazione

n°	Descr	E [kPa]	v	Ed [kPa]	CR	RR	OCR
1	Rilevato stradale	50000	0.300	0	0.000	0.000	1.000
2	unità GS- ghiaia sabbiosa	100000	0.300	0	0.000	0.000	1.000
3	unità AL- argilla limosa	40000	0.300	0	0.000	0.000	1.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	2.10	0.000	Rilevato stradale	---	---	---	---	---
2	5.00	0.000	unità AL- argilla limosa	---	---	---	---	---

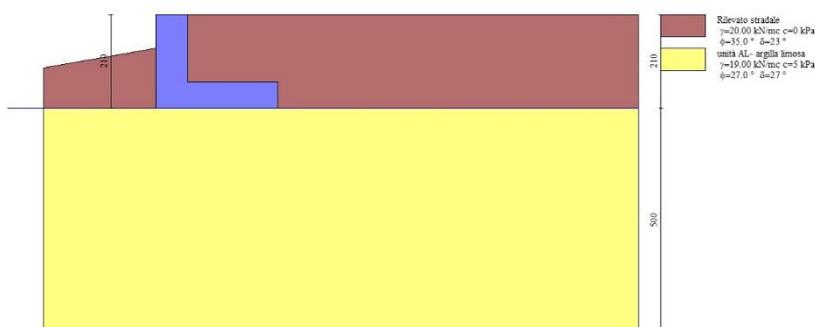


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.	
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.	
Momento positivo senso antiorario.	
X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X_r Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i Intensità del carico per x=X_i espressa in [kN]
Q_r Intensità del carico per x=X_r espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Pavimentazione) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	10.00	4.8000	4.8000

Condizione n° 2 (Carichi stradali) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione Ψ₀=0.75 - Ψ₁=0.75 - Ψ₂=0.00

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	10.00	20.0000	20.0000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	γ _{G1,fav}	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	γ _{G1,sfav}	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	γ _{G2,fav}	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	γ _{G2,sfav}	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	γ _{Q,fav}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	γ _{Q,sfav}	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	γ _{QT,fav}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	γ _{QT,sfav}	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	γ ^{tan(φ)}	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ ^c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ ^{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ _v	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.30	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLEP

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	9.148	4.574
Ultimo - Ribaltamento	0.570	13.722	6.861
Esercizio	0.470	5.150	2.575

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_c$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Metodo di calcolo (per sole combinazioni SLD)	Richards-Elms
Spostamento limite	10.00 [cm]

Cedimenti

Metodo di calcolo delle tensioni	Boussinesq
Metodo di calcolo dei cedimenti	Elastico
Profondità calcolo cedimenti	Automatica
ΔH massimo suddivisione strati	0.50 [m]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	31.57	23.33	28.99	12.50	2.00	-1.21
	Peso/Inerzia muro			0.00	66.75/0.00	0.26	-1.39
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	128.40/0.00	1.00	-0.75
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	13.24	23.33	12.16	5.25	2.00	-1.33
	Incremento di spinta sismica			3.32	1.43	2.00	-1.40
	Peso/Inerzia muro			6.11	66.75/3.05	0.26	-1.39
	Peso/Inerzia terrapieno			6.37	69.60/3.18	1.00	-0.75
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
3	Spinta statica	13.24	23.33	12.16	5.25	2.00	-1.33
	Incremento di spinta sismica			2.44	0.97	2.00	-1.40
	Peso/Inerzia muro			6.11	66.75/-3.05	0.26	-1.39
	Peso/Inerzia terrapieno			6.37	69.60/-3.18	1.00	-0.75
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
10	Spinta statica	23.51	23.33	21.59	9.31	2.00	-1.21
	Peso/Inerzia muro			0.00	66.75/0.00	0.26	-1.39
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	109.60/0.00	1.00	-0.75
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
11	Spinta statica	20.94	23.33	19.23	8.29	2.00	-1.23
	Peso/Inerzia muro			0.00	66.75/0.00	0.26	-1.39
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	99.60/0.00	1.00	-0.75
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
12	Spinta statica	13.24	23.33	12.16	5.25	2.00	-1.33
	Peso/Inerzia muro			0.00	66.75/0.00	0.26	-1.39
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	69.60/0.00	1.00	-0.75
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

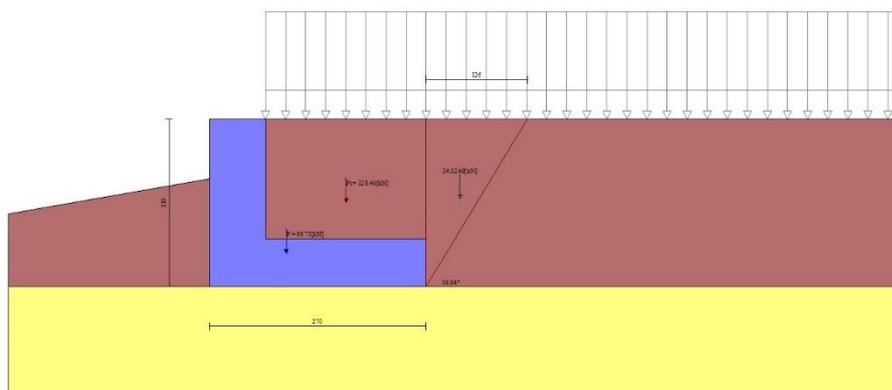


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

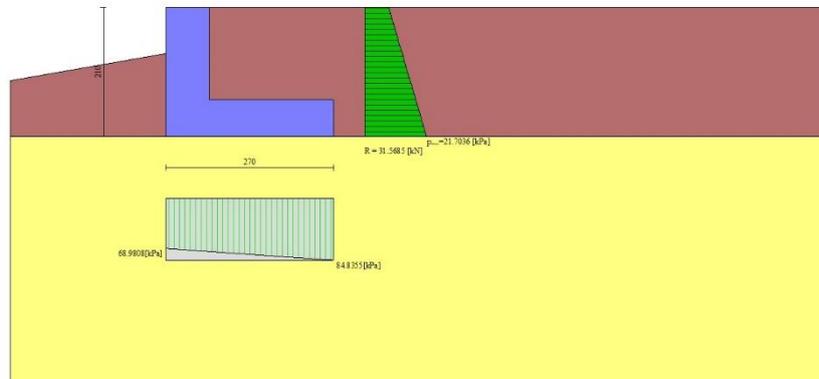


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

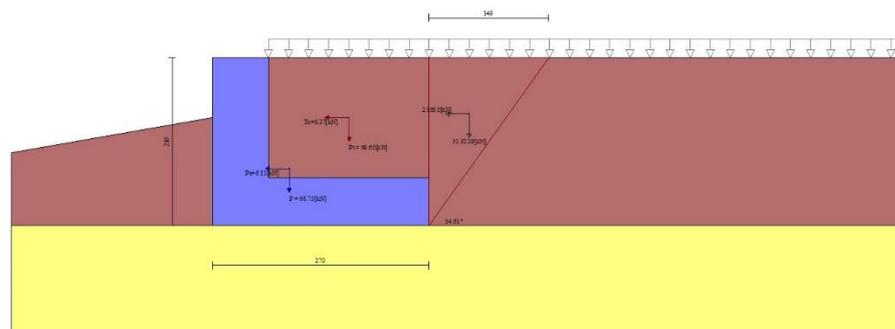


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

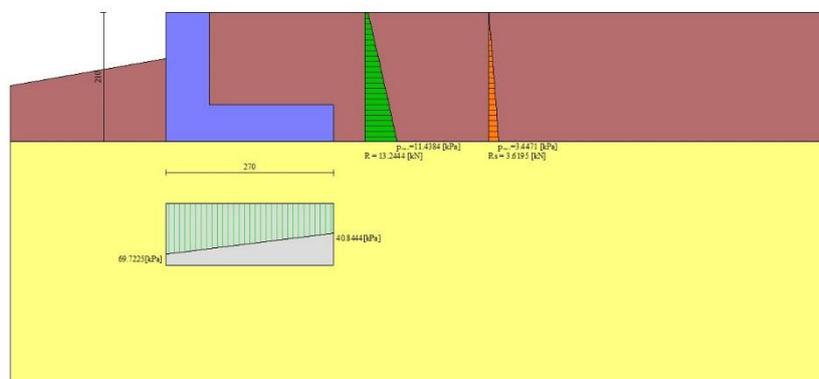


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]

Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	207.65	28.99	25.94	315.90	-0.046
2 - STR (A1-M1-R3)	149.27	27.96	24.58	208.55	0.118
3 - STR (A1-M1-R3)	136.32	26.87	32.16	198.95	0.126
4 - GEO (A2-M2-R2)	195.77	30.55	27.62	293.74	-0.009
5 - GEO (A2-M2-R2)	149.27	27.96	24.58	208.55	0.118
6 - GEO (A2-M2-R2)	136.32	26.87	32.16	198.95	0.126
7 - EQU (A1-M1-R3)	207.65	28.99	25.94	315.90	-0.046
8 - EQU (A1-M1-R3)	153.19	36.07	32.37	214.89	0.159
9 - EQU (A1-M1-R3)	133.80	34.50	43.77	200.57	0.178
10 - SLEP	185.66	21.59	19.20	275.32	-0.029
11 - SLEF	174.64	19.23	16.73	255.58	-0.018
12 - SLEQ	141.60	12.16	9.31	196.34	0.029
13 - SLEQ	145.88	20.99	17.86	203.14	0.080
14 - SLEQ	138.59	20.37	22.12	197.72	0.083

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb Indice/Tipo combinazione
S Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FSsco Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FSRIB Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FSQLIM Coeff. di sicurezza a carico limite
FSSTAB Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FSHYD Coeff. di sicurezza a sifonamento
FSUPL Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FSsco	FSRIB	FSQLIM	FSSTAB	FSHYD	FSUPL
1 - STR (A1-M1-R3)		3.650		5.438			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.720		6.278			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.585		6.677			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.726		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.989		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.908		
7 - EQU (A1-M1-R3)			12.180				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		6.639				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		4.582				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Rsa Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	105.80	0.00	0.00	--	--	105.80	28.99	3.650
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	76.05	0.00	0.00	--	--	76.05	27.96	2.720
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	69.46	0.00	0.00	--	--	69.46	26.87	2.585

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	207.65	1129.19	806.56	5.438
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	149.27	937.10	780.92	6.278
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	136.32	910.29	758.57	6.677

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5ByN, viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	23.942	0.831	1.163	--	--	--	--	--	--	0.869	0.967
	13.199	0.831	1.082	--	--	--	--	--			
	9.463	0.498	1.082	--	--	--	--	--			
2	23.942	0.778	1.163	--	--	--	--	--	--	0.791	0.967
	13.199	0.778	1.082	--	--	--	--	--			
	9.463	0.369	1.082	--	--	--	--	--			
3	23.942	0.768	1.163	--	--	--	--	--	--	0.784	0.967
	13.199	0.768	1.082	--	--	--	--	--			
	9.463	0.345	1.082	--	--	--	--	--			

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [kPa]
1	1.35	2.70	2.20	9.19	27.00	5
2	1.35	2.70	2.20	9.19	27.00	5
3	1.35	2.70	2.20	9.19	27.00	5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	315.90	25.94	12.180
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	214.89	32.37	6.639
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	200.57	43.77	4.582

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-4.00; 4.50	8.93	1.726
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	9.27	1.989
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	9.27	1.908

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
Qf	carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	4.32	15.75	0.00	3.72 - 0.54	56.087	29.256	0	0.0	
2	12.20	15.75	0.00	0.54	50.843	29.256	0	0.0	
3	18.73	15.75	0.00	0.54	45.632	29.256	0	0.0	
4	24.55	15.75	0.00	0.54	40.873	22.177	4	1.4	
5	30.17	15.75	0.00	0.54	36.438	22.177	4	5.7	
6	33.95	15.75	0.00	0.54	32.245	22.177	4	9.3	
7	37.52	14.38	0.00	0.54	28.238	22.177	4	12.4	
8	43.94	0.00	0.00	0.54	24.378	22.177	4	15.0	
9	35.08	0.00	0.00	0.54	20.633	22.177	4	17.2	
10	33.05	0.00	0.00	0.54	16.978	22.177	4	19.0	
11	33.52	0.00	0.00	0.54	13.393	22.177	4	20.4	
12	33.64	0.00	0.00	0.54	9.862	22.177	4	21.5	
13	33.40	0.00	0.00	0.54	6.368	22.177	4	22.3	
14	32.82	0.00	0.00	0.54	2.897	22.177	4	22.7	
15	31.91	0.00	0.00	0.54	-0.562	22.177	4	22.8	
16	30.67	0.00	0.00	0.54	-4.024	22.177	4	22.6	
17	29.09	0.00	0.00	0.54	-7.501	22.177	4	22.1	
18	27.16	0.00	0.00	0.54	-11.006	22.177	4	21.2	
19	24.89	0.00	0.00	0.54	-14.553	22.177	4	20.0	
20	22.24	0.00	0.00	0.54	-18.158	22.177	4	18.4	
21	19.21	0.00	0.00	0.54	-21.840	22.177	4	16.5	
22	15.76	0.00	0.00	0.54	-25.620	22.177	4	14.2	
23	11.86	0.00	0.14	0.54	-29.524	22.177	4	11.4	
24	7.49	0.00	0.54	0.54	-33.586	22.177	4	8.2	
25	2.54	0.00	1.02	-9.74 - 0.54	-37.294	22.177	4	4.4	

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.02	2.73	0.00	3.62 - 0.57	57.216	35.000	0	0.0	
2	14.14	2.73	0.00	0.57	51.681	35.000	0	0.0	
3	20.84	2.73	0.00	0.57	46.302	35.000	0	0.0	
4	29.36	2.73	0.00	0.57	41.415	27.000	5	3.4	
5	34.38	2.73	0.00	0.57	36.874	27.000	5	8.0	
6	38.65	2.73	0.00	0.57	32.592	27.000	5	11.8	
7	44.99	1.00	0.00	0.57	28.506	27.000	5	15.1	
8	43.66	0.00	0.00	0.57	24.574	27.000	5	17.9	
9	36.65	0.00	0.00	0.57	20.763	27.000	5	20.3	
10	37.62	0.00	0.00	0.57	17.045	27.000	5	22.2	
11	38.15	0.00	0.00	0.57	13.401	27.000	5	23.7	
12	38.28	0.00	0.00	0.57	9.811	27.000	5	24.8	
13	38.00	0.00	0.00	0.57	6.260	27.000	5	25.6	
14	37.35	0.00	0.00	0.57	2.733	27.000	5	26.1	
15	36.31	0.00	0.00	0.57	-0.783	27.000	5	26.2	
16	34.90	0.00	0.00	0.57	-4.303	27.000	5	25.9	
17	33.10	0.00	0.00	0.57	-7.839	27.000	5	25.3	
18	30.92	0.00	0.00	0.57	-11.405	27.000	5	24.4	
19	28.33	0.00	0.00	0.57	-15.017	27.000	5	23.1	
20	25.33	0.00	0.00	0.57	-18.692	27.000	5	21.4	
21	21.88	0.00	0.00	0.57	-22.448	27.000	5	19.3	
22	17.98	0.00	0.26	0.57	-26.310	27.000	5	16.7	
23	13.58	0.00	0.81	0.57	-30.306	27.000	5	13.7	
24	8.59	0.00	1.37	0.57	-34.473	27.000	5	10.2	
25	2.92	0.00	1.90	-10.60 - 0.57	-38.291	27.000	5	6.1	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.02	2.73	0.00	3.62 - 0.57	57.216	35.000	0	0.0	
2	14.14	2.73	0.00	0.57	51.681	35.000	0	0.0	
3	20.84	2.73	0.00	0.57	46.302	35.000	0	0.0	
4	29.36	2.73	0.00	0.57	41.415	27.000	5	3.4	
5	34.38	2.73	0.00	0.57	36.874	27.000	5	8.0	
6	38.65	2.73	0.00	0.57	32.592	27.000	5	11.8	
7	44.99	1.00	0.00	0.57	28.506	27.000	5	15.1	
8	43.66	0.00	0.00	0.57	24.574	27.000	5	17.9	
9	36.65	0.00	0.00	0.57	20.763	27.000	5	20.3	
10	37.62	0.00	0.00	0.57	17.045	27.000	5	22.2	
11	38.15	0.00	0.00	0.57	13.401	27.000	5	23.7	
12	38.28	0.00	0.00	0.57	9.811	27.000	5	24.8	
13	38.00	0.00	0.00	0.57	6.260	27.000	5	25.6	
14	37.35	0.00	0.00	0.57	2.733	27.000	5	26.1	
15	36.31	0.00	0.00	0.57	-0.783	27.000	5	26.2	
16	34.90	0.00	0.00	0.57	-4.303	27.000	5	25.9	
17	33.10	0.00	0.00	0.57	-7.839	27.000	5	25.3	

n°	w [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
18	30.92	0.00	0.00	0.57	-11.405	27.000	5	24.4	
19	28.33	0.00	0.00	0.57	-15.017	27.000	5	23.1	
20	25.33	0.00	0.00	0.57	-18.692	27.000	5	21.4	
21	21.88	0.00	0.00	0.57	-22.448	27.000	5	19.3	
22	17.98	0.00	0.26	0.57	-26.310	27.000	5	16.7	
23	13.58	0.00	0.81	0.57	-30.306	27.000	5	13.7	
24	8.59	0.00	1.37	0.57	-34.473	27.000	5	10.2	
25	2.92	0.00	1.90	-10.60 - 0.57	-38.291	27.000	5	6.1	

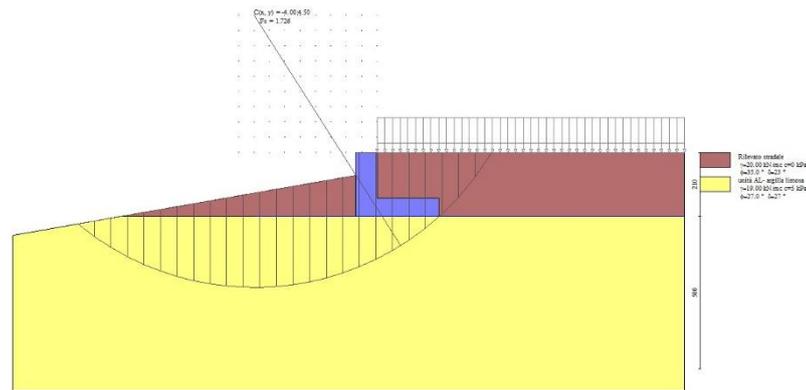


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Cedimenti

Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
X, Y	Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]
w	Cedimento, espressa in [cm]
dw	Cedimento differenziale, espressa in [cm]

Ic	X; Y [m]	w [cm]	dw [cm]
10	-0.70; -2.10	0.539	0.000
10	0.65; -2.10	0.748	0.208
10	2.00; -2.10	0.558	0.019
11	-0.70; -2.10	0.511	0.000
11	0.65; -2.10	0.703	0.192
11	2.00; -2.10	0.521	0.011
12	-0.70; -2.10	0.426	0.014
12	0.65; -2.10	0.570	0.159
12	2.00; -2.10	0.411	0.000

Spostamenti

Simbologia adottata

Cmb	Tipo combinazione
ag,crit	accelerazione critica, espressa in [m/s ²]
Dmax	Spostamento orizzontale massimo, espressa in [cm]

Cmb	ag,crit [m/s ²]	Dmax [cm]
13 - SLEQ H + V	4.1905	0.0004
14 - SLEQ H - V	2.9362	0.0016

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.75	0.80	0.04
3	-0.20	3.50	1.65	0.16
4	-0.30	5.25	2.57	0.37
5	-0.40	7.00	3.54	0.68
6	-0.50	8.75	4.57	1.08
7	-0.60	10.50	5.66	1.59
8	-0.70	12.25	6.81	2.22
9	-0.80	14.00	8.01	2.96
10	-0.90	15.75	9.27	3.82
11	-1.00	17.50	10.60	4.81
12	-1.10	19.25	11.98	5.94
13	-1.20	21.00	13.41	7.21
14	-1.30	22.75	14.91	8.63
15	-1.40	24.50	16.47	10.19
16	-1.50	26.25	18.08	11.92

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.83	0.30	0.01
3	-0.20	3.66	0.66	0.06
4	-0.30	5.49	1.08	0.15
5	-0.40	7.32	1.56	0.28
6	-0.50	9.15	2.10	0.46
7	-0.60	10.98	2.71	0.70
8	-0.70	12.81	3.37	1.01
9	-0.80	14.64	4.10	1.38
10	-0.90	16.47	4.89	1.83
11	-1.00	18.30	5.73	2.36
12	-1.10	20.13	6.64	2.98
13	-1.20	21.96	7.61	3.69
14	-1.30	23.79	8.65	4.50
15	-1.40	25.62	9.74	5.42
16	-1.50	27.45	10.89	6.45

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.67	0.30	0.01
3	-0.20	3.34	0.65	0.06
4	-0.30	5.01	1.06	0.15
5	-0.40	6.68	1.52	0.27
6	-0.50	8.35	2.04	0.45
7	-0.60	10.02	2.61	0.68
8	-0.70	11.69	3.24	0.98
9	-0.80	13.36	3.93	1.33
10	-0.90	15.03	4.67	1.76
11	-1.00	16.70	5.47	2.27
12	-1.10	18.37	6.32	2.86
13	-1.20	20.04	7.23	3.54
14	-1.30	21.71	8.20	4.31
15	-1.40	23.38	9.22	5.18
16	-1.50	25.05	10.30	6.15

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.75	0.58	0.03
3	-0.20	3.50	1.20	0.12
4	-0.30	5.25	1.87	0.27
5	-0.40	7.00	2.59	0.49
6	-0.50	8.75	3.35	0.79
7	-0.60	10.50	4.15	1.16
8	-0.70	12.25	5.00	1.62
9	-0.80	14.00	5.89	2.17
10	-0.90	15.75	6.83	2.80
11	-1.00	17.50	7.81	3.53
12	-1.10	19.25	8.84	4.36
13	-1.20	21.00	9.91	5.30
14	-1.30	22.75	11.03	6.35
15	-1.40	24.50	12.19	7.51
16	-1.50	26.25	13.40	8.79

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.75	0.47	0.02
3	-0.20	3.50	0.98	0.09
4	-0.30	5.25	1.54	0.22
5	-0.40	7.00	2.14	0.40
6	-0.50	8.75	2.78	0.65
7	-0.60	10.50	3.48	0.96
8	-0.70	12.25	4.21	1.35
9	-0.80	14.00	4.99	1.81
10	-0.90	15.75	5.82	2.35
11	-1.00	17.50	6.69	2.97
12	-1.10	19.25	7.61	3.69
13	-1.20	21.00	8.57	4.49
14	-1.30	22.75	9.57	5.40
15	-1.40	24.50	10.62	6.41
16	-1.50	26.25	11.72	7.53

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.75	0.13	0.01
3	-0.20	3.50	0.31	0.03
4	-0.30	5.25	0.53	0.07
5	-0.40	7.00	0.79	0.13
6	-0.50	8.75	1.10	0.23
7	-0.60	10.50	1.46	0.36
8	-0.70	12.25	1.86	0.52
9	-0.80	14.00	2.30	0.73
10	-0.90	15.75	2.79	0.98
11	-1.00	17.50	3.32	1.29
12	-1.10	19.25	3.90	1.65
13	-1.20	21.00	4.53	2.07
14	-1.30	22.75	5.20	2.56
15	-1.40	24.50	5.91	3.11
16	-1.50	26.25	6.67	3.74

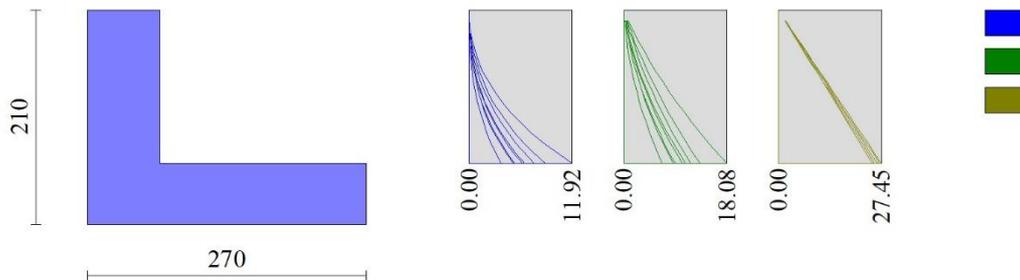


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-18.47	-14.56
2	0.10	0.00	-16.99	-12.79
3	0.20	0.00	-15.57	-11.16
4	0.30	0.00	-14.20	-9.67
5	0.40	0.00	-12.90	-8.32
6	0.50	0.00	-11.65	-7.09
7	0.60	0.00	-10.47	-5.98
8	0.70	0.00	-9.34	-4.99
9	0.80	0.00	-8.27	-4.11
10	0.90	0.00	-7.25	-3.34
11	1.00	0.00	-6.30	-2.66
12	1.10	0.00	-5.41	-2.08

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
13	1.20	0.00	-4.57	-1.58
14	1.30	0.00	-3.79	-1.16
15	1.40	0.00	-3.08	-0.82
16	1.50	0.00	-2.42	-0.54
17	1.60	0.00	-1.82	-0.33
18	1.70	0.00	-1.27	-0.18
19	1.80	0.00	-0.79	-0.08
20	1.90	0.00	-0.37	-0.02
21	2.00	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	3.48	-3.65
2	0.10	0.00	2.29	-3.94
3	0.20	0.00	1.21	-4.11
4	0.30	0.00	0.23	-4.18
5	0.40	0.00	-0.64	-4.16
6	0.50	0.00	-1.40	-4.06
7	0.60	0.00	-2.06	-3.89
8	0.70	0.00	-2.60	-3.65
9	0.80	0.00	-3.05	-3.37
10	0.90	0.00	-3.38	-3.05
11	1.00	0.00	-3.61	-2.70
12	1.10	0.00	-3.73	-2.33
13	1.20	0.00	-3.74	-1.95
14	1.30	0.00	-3.65	-1.58
15	1.40	0.00	-3.45	-1.23
16	1.50	0.00	-3.14	-0.90
17	1.60	0.00	-2.73	-0.60
18	1.70	0.00	-2.21	-0.35
19	1.80	0.00	-1.58	-0.16
20	1.90	0.00	-0.84	-0.04
21	2.00	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-5.98	-12.99
2	0.10	0.00	-6.68	-12.35
3	0.20	0.00	-7.27	-11.65
4	0.30	0.00	-7.76	-10.90
5	0.40	0.00	-8.15	-10.11
6	0.50	0.00	-8.43	-9.28
7	0.60	0.00	-8.60	-8.42
8	0.70	0.00	-8.67	-7.56
9	0.80	0.00	-8.63	-6.69
10	0.90	0.00	-8.49	-5.84
11	1.00	0.00	-8.25	-5.00
12	1.10	0.00	-7.89	-4.19
13	1.20	0.00	-7.44	-3.42
14	1.30	0.00	-6.88	-2.71
15	1.40	0.00	-6.21	-2.05
16	1.50	0.00	-5.44	-1.47
17	1.60	0.00	-4.56	-0.97
18	1.70	0.00	-3.58	-0.56
19	1.80	0.00	-2.49	-0.26
20	1.90	0.00	-1.30	-0.07
21	2.00	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.26	2.49
2	0.10	0.00	0.57	2.45
3	0.20	0.00	0.84	2.38
4	0.30	0.00	1.07	2.28
5	0.40	0.00	1.28	2.16
6	0.50	0.00	1.45	2.03
7	0.60	0.00	1.59	1.87
8	0.70	0.00	1.69	1.71
9	0.80	0.00	1.76	1.54
10	0.90	0.00	1.80	1.36
11	1.00	0.00	1.80	1.18
12	1.10	0.00	1.77	1.00
13	1.20	0.00	1.71	0.83
14	1.30	0.00	1.61	0.66
15	1.40	0.00	1.48	0.50
16	1.50	0.00	1.32	0.36
17	1.60	0.00	1.12	0.24
18	1.70	0.00	0.89	0.14
19	1.80	0.00	0.63	0.06
20	1.90	0.00	0.33	0.02

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
21	2.00	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	1.08	2.33
2	0.10	0.00	1.20	2.22
3	0.20	0.00	1.31	2.09
4	0.30	0.00	1.40	1.95
5	0.40	0.00	1.46	1.81
6	0.50	0.00	1.51	1.66
7	0.60	0.00	1.54	1.51
8	0.70	0.00	1.55	1.35
9	0.80	0.00	1.55	1.20
10	0.90	0.00	1.52	1.05
11	1.00	0.00	1.48	0.90
12	1.10	0.00	1.41	0.75
13	1.20	0.00	1.33	0.61
14	1.30	0.00	1.23	0.48
15	1.40	0.00	1.11	0.37
16	1.50	0.00	0.97	0.26
17	1.60	0.00	0.82	0.17
18	1.70	0.00	0.64	0.10
19	1.80	0.00	0.45	0.05
20	1.90	0.00	0.23	0.01
21	2.00	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	3.53	1.86
2	0.10	0.00	3.11	1.52
3	0.20	0.00	2.72	1.23
4	0.30	0.00	2.36	0.98
5	0.40	0.00	2.02	0.76
6	0.50	0.00	1.71	0.57
7	0.60	0.00	1.42	0.42
8	0.70	0.00	1.15	0.29
9	0.80	0.00	0.91	0.19
10	0.90	0.00	0.70	0.11
11	1.00	0.00	0.51	0.05
12	1.10	0.00	0.35	0.00
13	1.20	0.00	0.21	-0.02
14	1.30	0.00	0.09	-0.04
15	1.40	0.00	0.00	-0.04
16	1.50	0.00	-0.06	-0.04
17	1.60	0.00	-0.10	-0.03
18	1.70	0.00	-0.11	-0.02
19	1.80	0.00	-0.10	-0.01
20	1.90	0.00	-0.06	0.00
21	2.00	0.00	0.00	0.00

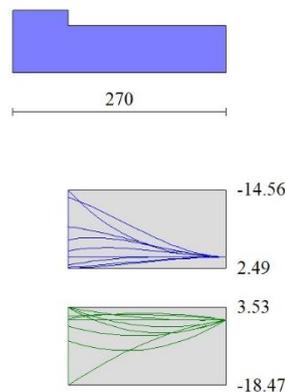


Fig. 9 - Fondazione (Inviluppo)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	31.57	23.33	28.99	12.50	2.00	-1.21
	Peso/Inerzia muro			0.00	66.75/0.00	0.26	-1.39
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	128.40/0.00	1.00	-0.75
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	13.24	23.33	12.16	5.25	2.00	-1.33
	Incremento di spinta sismica		3.62	3.32	1.43	2.00	-1.40
	Peso/Inerzia muro			6.11	66.75/3.05	0.26	-1.39
	Peso/Inerzia terrapieno			6.37	69.60/3.18	1.00	-0.75
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

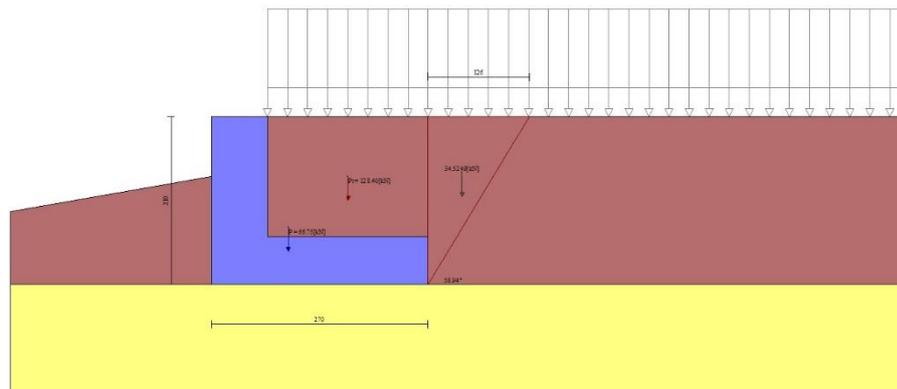


Fig. 10 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

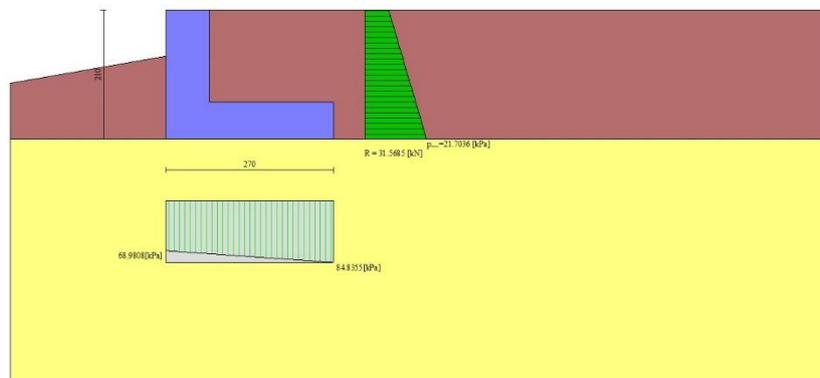


Fig. 11 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

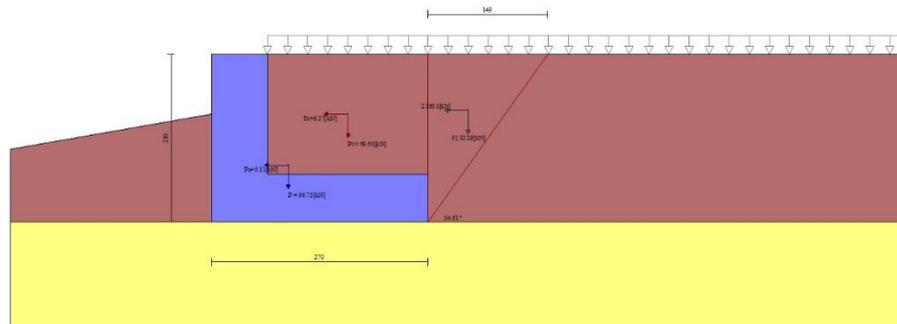


Fig. 12 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

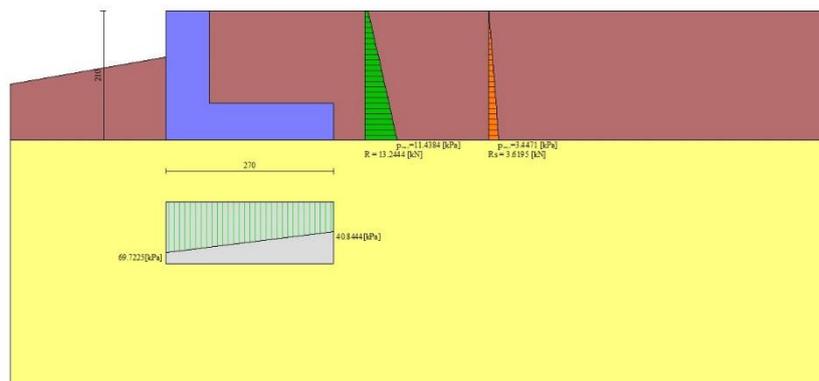


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	207.65	28.99	25.94	315.90	-0.046
2 - STR (A1-M1-R3)	149.27	27.96	24.58	208.55	0.118
3 - STR (A1-M1-R3)	136.32	26.87	32.16	198.95	0.126
4 - GEO (A2-M2-R2)	195.77	30.55	27.62	293.74	-0.009
5 - GEO (A2-M2-R2)	149.27	27.96	24.58	208.55	0.118
6 - GEO (A2-M2-R2)	136.32	26.87	32.16	198.95	0.126
7 - EQU (A1-M1-R3)	207.65	28.99	25.94	315.90	-0.046
8 - EQU (A1-M1-R3)	153.19	36.07	32.37	214.89	0.159
9 - EQU (A1-M1-R3)	133.80	34.50	43.77	200.57	0.178
10 - SLEF	185.66	21.59	19.20	275.32	-0.029
11 - SLEF	174.64	19.23	16.73	255.58	-0.018
12 - SLEQ	141.60	12.16	9.31	196.34	0.029
13 - SLEQ	145.88	20.99	17.86	203.14	0.080
14 - SLEQ	138.59	20.37	22.12	197.72	0.083

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

	Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)			3.650		5.438			
2 - STR (A1-M1-R3)		H + V	2.720		6.278			
3 - STR (A1-M1-R3)		H - V	2.585		6.677			
4 - GEO (A2-M2-R2)						1.726		
5 - GEO (A2-M2-R2)		H + V				1.989		
6 - GEO (A2-M2-R2)		H - V				1.908		
7 - EQU (A1-M1-R3)				12.180				
8 - EQU (A1-M1-R3)		H + V		6.639				
9 - EQU (A1-M1-R3)		H - V		4.582				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

	n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)		105.80	0.00	0.00	--	--	105.80	28.99	3.650
3 - STR (A1-M1-R3) H - V		69.46	0.00	0.00	--	--	69.46	26.87	2.585

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limie e carico agente al piano di posa)

	n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)		207.65	1129.19	806.56	5.438
2 - STR (A1-M1-R3) H + V		149.27	937.10	780.92	6.278

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5By/N, viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	23.942 13.199	0.831 0.831	1.163 1.082	-- --	-- --	-- --	-- --	--	--	0.869	0.967

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
	9.463	0.498	1.082	--	--	--	--				
2	23.942	0.778	1.163	--	--	--	--	--	--	0.791	0.967
	13.199	0.778	1.082	--	--	--	--				
	9.463	0.369	1.082	--	--	--	--				

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [kPa]
1	1.35	2.70	2.20	9.19	27.00	5
2	1.35	2.70	2.20	9.19	27.00	5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	315.90	25.94	12.180
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	200.57	43.77	4.582

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-4.00; 4.50	8.93	1.726
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	9.27	1.908

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kN]
Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	4.32	15.75	0.00	3.72 - 0.54	56.087	29.256	0	0.0	
2	12.20	15.75	0.00	0.54	50.843	29.256	0	0.0	
3	18.73	15.75	0.00	0.54	45.632	29.256	0	0.0	
4	24.55	15.75	0.00	0.54	40.873	22.177	4	1.4	
5	30.17	15.75	0.00	0.54	36.438	22.177	4	5.7	
6	33.95	15.75	0.00	0.54	32.245	22.177	4	9.3	
7	37.52	14.38	0.00	0.54	28.238	22.177	4	12.4	
8	43.94	0.00	0.00	0.54	24.378	22.177	4	15.0	
9	35.08	0.00	0.00	0.54	20.633	22.177	4	17.2	
10	33.05	0.00	0.00	0.54	16.978	22.177	4	19.0	
11	33.52	0.00	0.00	0.54	13.393	22.177	4	20.4	
12	33.64	0.00	0.00	0.54	9.862	22.177	4	21.5	
13	33.40	0.00	0.00	0.54	6.368	22.177	4	22.3	
14	32.82	0.00	0.00	0.54	2.897	22.177	4	22.7	
15	31.91	0.00	0.00	0.54	-0.562	22.177	4	22.8	
16	30.67	0.00	0.00	0.54	-4.024	22.177	4	22.6	
17	29.09	0.00	0.00	0.54	-7.501	22.177	4	22.1	
18	27.16	0.00	0.00	0.54	-11.006	22.177	4	21.2	
19	24.89	0.00	0.00	0.54	-14.553	22.177	4	20.0	
20	22.24	0.00	0.00	0.54	-18.158	22.177	4	18.4	
21	19.21	0.00	0.00	0.54	-21.840	22.177	4	16.5	
22	15.76	0.00	0.00	0.54	-25.620	22.177	4	14.2	
23	11.86	0.00	0.14	0.54	-29.524	22.177	4	11.4	
24	7.49	0.00	0.54	0.54	-33.586	22.177	4	8.2	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
25	2.54	0.00	1.02	-9.74 - 0.54	-37.294	22.177	4	4.4	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.02	2.73	0.00	3.62 - 0.57	57.216	35.000	0	0.0	
2	14.14	2.73	0.00	0.57	51.681	35.000	0	0.0	
3	20.84	2.73	0.00	0.57	46.302	35.000	0	0.0	
4	29.36	2.73	0.00	0.57	41.415	27.000	5	3.4	
5	34.38	2.73	0.00	0.57	36.874	27.000	5	8.0	
6	38.65	2.73	0.00	0.57	32.592	27.000	5	11.8	
7	44.99	1.00	0.00	0.57	28.506	27.000	5	15.1	
8	43.66	0.00	0.00	0.57	24.574	27.000	5	17.9	
9	36.65	0.00	0.00	0.57	20.763	27.000	5	20.3	
10	37.62	0.00	0.00	0.57	17.045	27.000	5	22.2	
11	38.15	0.00	0.00	0.57	13.401	27.000	5	23.7	
12	38.28	0.00	0.00	0.57	9.811	27.000	5	24.8	
13	38.00	0.00	0.00	0.57	6.260	27.000	5	25.6	
14	37.35	0.00	0.00	0.57	2.733	27.000	5	26.1	
15	36.31	0.00	0.00	0.57	-0.783	27.000	5	26.2	
16	34.90	0.00	0.00	0.57	-4.303	27.000	5	25.9	
17	33.10	0.00	0.00	0.57	-7.839	27.000	5	25.3	
18	30.92	0.00	0.00	0.57	-11.405	27.000	5	24.4	
19	28.33	0.00	0.00	0.57	-15.017	27.000	5	23.1	
20	25.33	0.00	0.00	0.57	-18.692	27.000	5	21.4	
21	21.88	0.00	0.00	0.57	-22.448	27.000	5	19.3	
22	17.98	0.00	0.26	0.57	-26.310	27.000	5	16.7	
23	13.58	0.00	0.81	0.57	-30.306	27.000	5	13.7	
24	8.59	0.00	1.37	0.57	-34.473	27.000	5	10.2	
25	2.92	0.00	1.90	-10.60 - 0.57	-38.291	27.000	5	6.1	

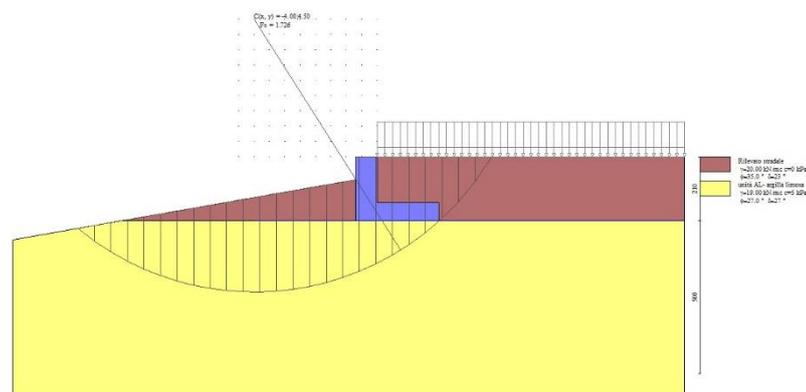


Fig. 14 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Cedimenti

Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
X, Y	Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]
w	Cedimento, espressa in [cm]
dw	Cedimento differenziale, espressa in [cm]

Ic	X; Y [m]	w [cm]	dw [cm]
10	-0.70; -2.10	0.539	0.000
10	0.65; -2.10	0.748	0.208
10	2.00; -2.10	0.558	0.019

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

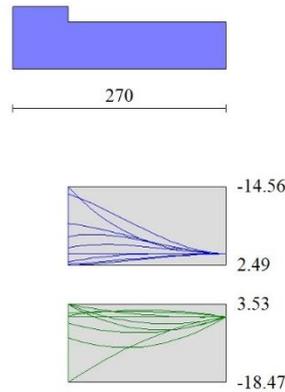


Fig. 16 - Fondazione

10.1.2 Condizione eccezionale d'urto

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R_{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	25.0000	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk} [kPa]	f_{uk} [kPa]
B450C	450000	540000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	10.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Falda

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n° numero ordine del punto
X ascissa del punto espressa in [m]
Y ordinata del punto espressa in [m]
A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-4.00	-2.10	0.000
2	10.00	-2.10	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 10.00 [m]

Paramento

Materiale C32/40
Altezza paramento 1.50 [m]
Altezza paramento libero 0.75 [m]
Spessore in sommità 0.70 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione 0.70 [m]
Inclinazione paramento esterno 0.00 [°]
Inclinazione paramento interno 0.00 [°]

Fondazione

Materiale C32/40
Lunghezza mensola di valle 0.00 [m]
Lunghezza mensola di monte 2.00 [m]
Lunghezza totale 2.70 [m]
Inclinazione piano di posa 0.00 [°]
Spessore 0.60 [m]
Spessore magrone 0.00 [m]

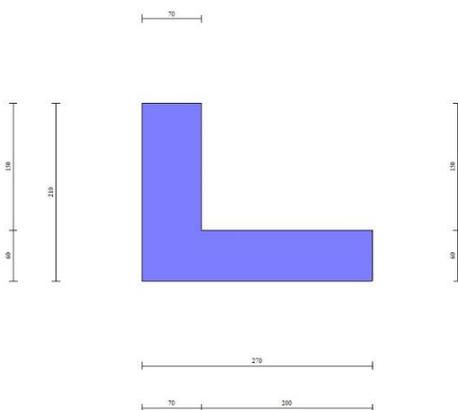


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	---	---
2	unità GS- ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	---	---
3	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	---	---

Parametri di deformabilità

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
Ed	Modulo edometrico, espresso in [kPa]
CR	Rapporto di compressione
RR	Rapporto di ricomprensione
OCR	Grado di sovraconsolidazione

n°	Descr	E [kPa]	ν	Ed [kPa]	CR	RR	OCR
1	Rilevato stradale	50000	0.300	0	0.000	0.000	1.000
2	unità GS- ghiaia sabbiosa	100000	0.300	0	0.000	0.000	1.000
3	unità AL- argilla limosa	40000	0.300	0	0.000	0.000	1.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	2.10	0.000	Rilevato stradale	---	---	---	---	---
2	5.00	0.000	unità AL- argilla limosa	---	---	---	---	---

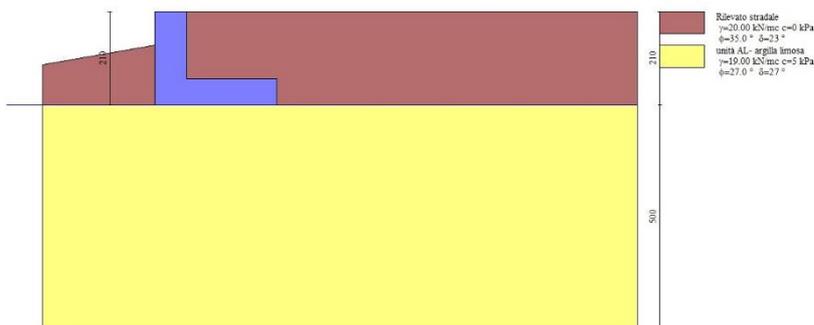


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Pavimentazione/marciapiede) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	10.00	4.8000	4.8000

Condizione n° 2 (urto) - ECCEZIONALE

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.40; 0.00	35.3400	0.0000	35.3400				

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_v	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

$$G_1 + G_2 + A_d + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili, per I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - ECC

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta Culmann
 Tipo di spinta Spinta attiva
 Terreno a bassa permeabilità NO
 Superficie di spinta limitata NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza Meyerhof
 Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati) Ponderata
 Criterio di riduzione per eccentricità della portanza Meyerhof
 Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento) Nessuna
 Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_i$) Larghezza ridotta (B')
 Fattori di forma e inclinazione del carico Solo i fattori di inclinazione
 Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante 0.00
 Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione 50.00
 Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni SI
 Considera terreno sulla fondazione di valle SI
 Considera spinta e peso acqua fondazione di valle NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Metodo di calcolo delle tensioni
Metodo di calcolo dei cedimenti
Profondità calcolo cedimenti
 ΔH massimo suddivisione strati

Boussinesq
Elastico
Automatica
0.50 [m]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione
 A Tipo azione
 I Inclinazione della spinta, espressa in [°]
 V Valore dell'azione, espressa in [kN]
 Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
 Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	13.24	23.33	12.16	5.25	2.00	-1.33
	Peso/Inerzia muro			0.00	66.75/0.00	0.26	-1.39
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	69.60/0.00	1.00	-0.75
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			35.34	0.00	--	--
4	Spinta statica	13.24	23.33	12.16	5.25	2.00	-1.33
	Peso/Inerzia muro			0.00	66.75/0.00	0.26	-1.39
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	69.60/0.00	1.00	-0.75
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			35.34	0.00	--	--

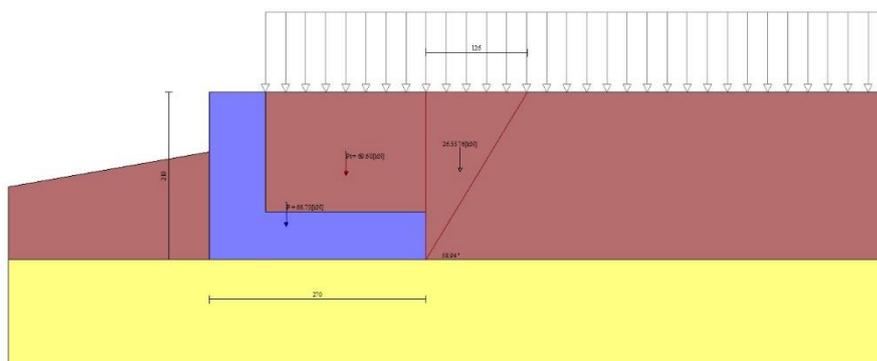


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

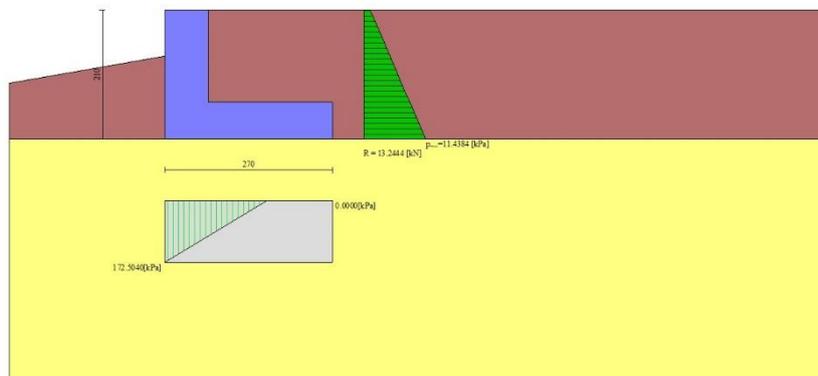


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	141.60	47.50	118.86	196.34	0.803
2 - GEO (A2-M2-R2)	141.60	47.50	118.86	196.34	0.803
3 - EQU (A1-M1-R3)	141.60	47.50	118.86	196.34	0.803
4 - ECC	141.60	47.50	118.86	196.34	0.803

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.519		2.867			
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.773		
3 - EQU (A1-M1-R3)			1.652				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	72.15	0.00	0.00	--	--	72.15	47.50	1.519

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	141.60	405.95	289.96	2.867

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, IRC	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _y N _y viene moltiplicato per questo fattore

D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
 γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
 ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	23.942 13.199 9.463	0.630 0.630 0.098	1.163 1.082 1.082	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.455	0.967

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [kPa]
1	1.35	2.70	2.20	9.19	27.00	5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
3 - EQU (A1-M1-R3)	196.34	118.86	1.652

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	9.27	2.773

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kN]
Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.02	2.73	0.00	3.62 - 0.57	57.216	35.000	0	0.0	
2	14.14	2.73	0.00	0.57	51.681	35.000	0	0.0	
3	20.84	2.73	0.00	0.57	46.302	35.000	0	0.0	
4	29.36	2.73	0.00	0.57	41.415	27.000	5	3.4	
5	34.38	2.73	0.00	0.57	36.874	27.000	5	8.0	
6	38.65	2.73	0.00	0.57	32.592	27.000	5	11.8	
7	44.99	1.00	0.00	0.57	28.506	27.000	5	15.1	
8	43.66	0.00	0.00	0.57	24.574	27.000	5	17.9	
9	36.65	0.00	0.00	0.57	20.763	27.000	5	20.3	
10	37.62	0.00	0.00	0.57	17.045	27.000	5	22.2	
11	38.15	0.00	0.00	0.57	13.401	27.000	5	23.7	
12	38.28	0.00	0.00	0.57	9.811	27.000	5	24.8	
13	38.00	0.00	0.00	0.57	6.260	27.000	5	25.6	
14	37.35	0.00	0.00	0.57	2.733	27.000	5	26.1	
15	36.31	0.00	0.00	0.57	-0.783	27.000	5	26.2	
16	34.90	0.00	0.00	0.57	-4.303	27.000	5	25.9	
17	33.10	0.00	0.00	0.57	-7.839	27.000	5	25.3	
18	30.92	0.00	0.00	0.57	-11.405	27.000	5	24.4	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
19	28.33	0.00	0.00	0.57	-15.017	27.000	5	23.1	
20	25.33	0.00	0.00	0.57	-18.692	27.000	5	21.4	
21	21.88	0.00	0.00	0.57	-22.448	27.000	5	19.3	
22	17.98	0.00	0.26	0.57	-26.310	27.000	5	16.7	
23	13.58	0.00	0.81	0.57	-30.306	27.000	5	13.7	
24	8.59	0.00	1.37	0.57	-34.473	27.000	5	10.2	
25	2.92	0.00	1.90	-10.60 - 0.57	-38.291	27.000	5	6.1	

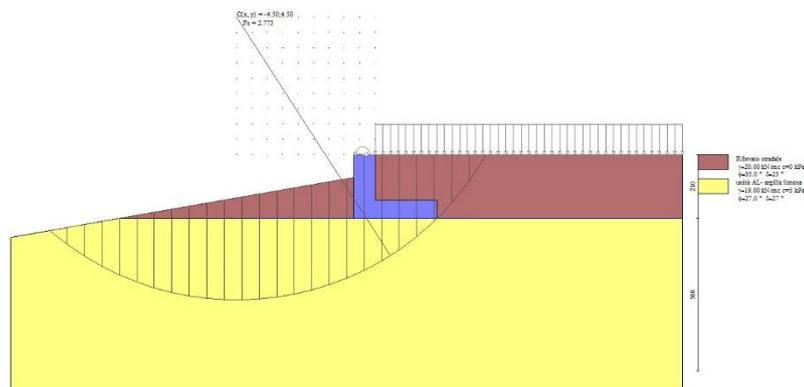


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 2)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	35.34	35.34
2	-0.10	1.81	35.47	38.86
3	-0.20	3.63	35.65	42.39
4	-0.30	5.48	35.87	45.93
5	-0.40	7.34	36.13	49.49
6	-0.50	9.23	36.44	53.07
7	-0.60	11.13	36.80	56.68
8	-0.70	13.05	37.20	60.32
9	-0.80	14.99	37.64	63.99
10	-0.90	16.95	38.13	67.71
11	-1.00	18.93	38.66	71.47
12	-1.10	20.93	39.24	75.27
13	-1.20	22.95	39.87	79.14
14	-1.30	24.99	40.54	83.05
15	-1.40	27.05	41.25	87.04
16	-1.50	29.13	42.01	91.08

Combinazione n° 4 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	35.34	35.34
2	-0.10	1.81	35.47	38.86
3	-0.20	3.63	35.65	42.39
4	-0.30	5.48	35.87	45.93
5	-0.40	7.34	36.13	49.49
6	-0.50	9.23	36.44	53.07
7	-0.60	11.13	36.80	56.68
8	-0.70	13.05	37.20	60.32
9	-0.80	14.99	37.64	63.99
10	-0.90	16.95	38.13	67.71
11	-1.00	18.93	38.66	71.47

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
12	-1.10	20.93	39.24	75.27
13	-1.20	22.95	39.87	79.14
14	-1.30	24.99	40.54	83.05
15	-1.40	27.05	41.25	87.04
16	-1.50	29.13	42.01	91.08

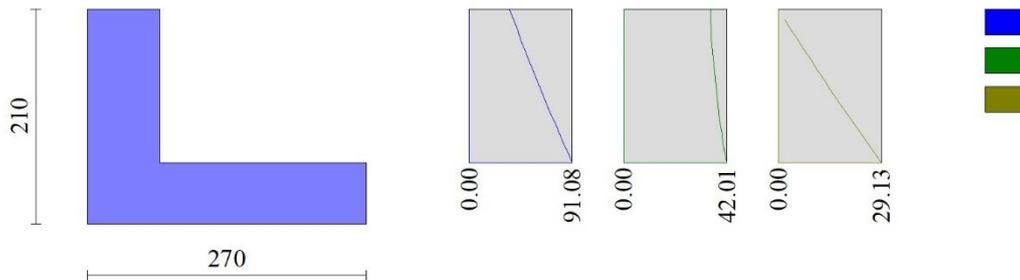


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-53.01	-84.98
2	0.10	0.00	-57.40	-79.45
3	0.20	0.00	-60.74	-73.53
4	0.30	0.00	-63.03	-67.33
5	0.40	0.00	-64.27	-60.96
6	0.50	0.00	-64.45	-54.52
7	0.60	0.00	-63.59	-48.11
8	0.70	0.00	-61.67	-41.83
9	0.80	0.00	-58.71	-35.81
10	0.90	0.00	-54.69	-30.13
11	1.00	0.00	-49.80	-24.90
12	1.10	0.00	-44.82	-20.17
13	1.20	0.00	-39.84	-15.94
14	1.30	0.00	-34.86	-12.20
15	1.40	0.00	-29.88	-8.96
16	1.50	0.00	-24.90	-6.23
17	1.60	0.00	-19.92	-3.98
18	1.70	0.00	-14.94	-2.24
19	1.80	0.00	-9.96	-1.00
20	1.90	0.00	-4.98	-0.25
21	2.00	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 4 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-53.01	-84.98
2	0.10	0.00	-57.40	-79.45
3	0.20	0.00	-60.74	-73.53
4	0.30	0.00	-63.03	-67.33
5	0.40	0.00	-64.27	-60.96
6	0.50	0.00	-64.45	-54.52
7	0.60	0.00	-63.59	-48.11
8	0.70	0.00	-61.67	-41.83
9	0.80	0.00	-58.71	-35.81
10	0.90	0.00	-54.69	-30.13
11	1.00	0.00	-49.80	-24.90
12	1.10	0.00	-44.82	-20.17
13	1.20	0.00	-39.84	-15.94
14	1.30	0.00	-34.86	-12.20
15	1.40	0.00	-29.88	-8.96
16	1.50	0.00	-24.90	-6.23
17	1.60	0.00	-19.92	-3.98
18	1.70	0.00	-14.94	-2.24
19	1.80	0.00	-9.96	-1.00

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
20	1.90	0.00	-4.98	-0.25
21	2.00	0.00	0.00	0.00

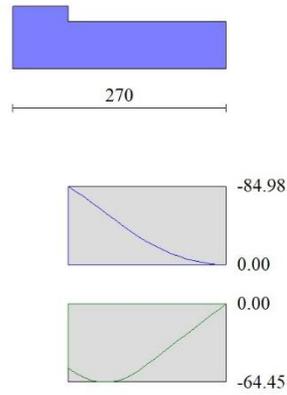


Fig. 7 - Fondazione (Inviluppo)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	13.24	23.33	12.16	5.25	2.00	-1.33
	Peso/Inerzia muro			0.00	66.75/0.00	0.26	-1.39
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	69.60/0.00	1.00	-0.75
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			35.34	0.00	--	--

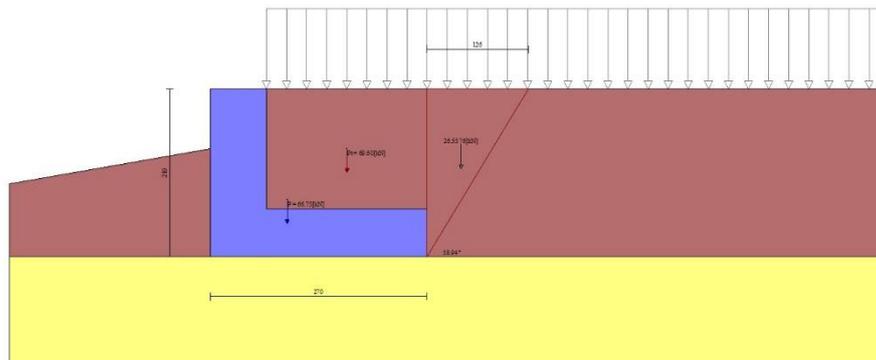


Fig. 8 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

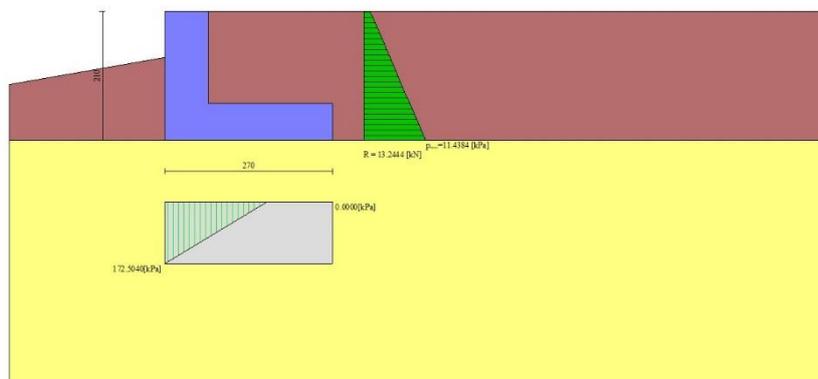


Fig. 9 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	141.60	47.50	118.86	196.34	0.803
2 - GEO (A2-M2-R2)	141.60	47.50	118.86	196.34	0.803
3 - EQU (A1-M1-R3)	141.60	47.50	118.86	196.34	0.803
4 - ECC	141.60	47.50	118.86	196.34	0.803

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.519		2.867			
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.773		
3 - EQU (A1-M1-R3)			1.652				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	72.15	0.00	0.00	--	--	72.15	47.50	1.519

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	141.60	405.95	289.96	2.867

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ , viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	23.942 13.199 9.463	0.630 0.630 0.098	1.163 1.082 1.082	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.455	0.967

n°	D	B'	H	γ	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[°]	[kN/mc]	[kPa]
1	1.35	2.70	2.20	9.19	27.00	5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
3 - EQU (A1-M1-R3)	196.34	118.86	1.652

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	9.27	2.773

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kN]
Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W	Qy	Qf	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	5.02	2.73	0.00	3.62 - 0.57	57.216	35.000	0	0.0	
2	14.14	2.73	0.00	0.57	51.681	35.000	0	0.0	
3	20.84	2.73	0.00	0.57	46.302	35.000	0	0.0	
4	29.36	2.73	0.00	0.57	41.415	27.000	5	3.4	
5	34.38	2.73	0.00	0.57	36.874	27.000	5	8.0	
6	38.65	2.73	0.00	0.57	32.592	27.000	5	11.8	
7	44.99	1.00	0.00	0.57	28.506	27.000	5	15.1	
8	43.66	0.00	0.00	0.57	24.574	27.000	5	17.9	
9	36.65	0.00	0.00	0.57	20.763	27.000	5	20.3	
10	37.62	0.00	0.00	0.57	17.045	27.000	5	22.2	
11	38.15	0.00	0.00	0.57	13.401	27.000	5	23.7	
12	38.28	0.00	0.00	0.57	9.811	27.000	5	24.8	
13	38.00	0.00	0.00	0.57	6.260	27.000	5	25.6	
14	37.35	0.00	0.00	0.57	2.733	27.000	5	26.1	
15	36.31	0.00	0.00	0.57	-0.783	27.000	5	26.2	
16	34.90	0.00	0.00	0.57	-4.303	27.000	5	25.9	
17	33.10	0.00	0.00	0.57	-7.839	27.000	5	25.3	
18	30.92	0.00	0.00	0.57	-11.405	27.000	5	24.4	
19	28.33	0.00	0.00	0.57	-15.017	27.000	5	23.1	
20	25.33	0.00	0.00	0.57	-18.692	27.000	5	21.4	
21	21.88	0.00	0.00	0.57	-22.448	27.000	5	19.3	
22	17.98	0.00	0.26	0.57	-26.310	27.000	5	16.7	
23	13.58	0.00	0.81	0.57	-30.306	27.000	5	13.7	
24	8.59	0.00	1.37	0.57	-34.473	27.000	5	10.2	
25	2.92	0.00	1.90	-10.60 - 0.57	-38.291	27.000	5	6.1	

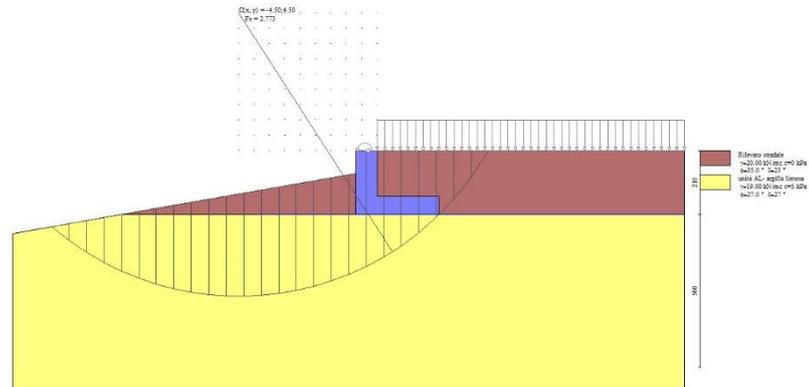


Fig. 10 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 2)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	35.34	35.34	35.34	35.34
2	-0.10	1.81	1.81	35.47	35.47	38.86	38.86
3	-0.20	3.63	3.63	35.65	35.65	42.39	42.39
4	-0.30	5.48	5.48	35.87	35.87	45.93	45.93
5	-0.40	7.34	7.34	36.13	36.13	49.49	49.49
6	-0.50	9.23	9.23	36.44	36.44	53.07	53.07
7	-0.60	11.13	11.13	36.80	36.80	56.68	56.68
8	-0.70	13.05	13.05	37.20	37.20	60.32	60.32
9	-0.80	14.99	14.99	37.64	37.64	63.99	63.99
10	-0.90	16.95	16.95	38.13	38.13	67.71	67.71
11	-1.00	18.93	18.93	38.66	38.66	71.47	71.47
12	-1.10	20.93	20.93	39.24	39.24	75.27	75.27
13	-1.20	22.95	22.95	39.87	39.87	79.14	79.14
14	-1.30	24.99	24.99	40.54	40.54	83.05	83.05
15	-1.40	27.05	27.05	41.25	41.25	87.04	87.04
16	-1.50	29.13	29.13	42.01	42.01	91.08	91.08

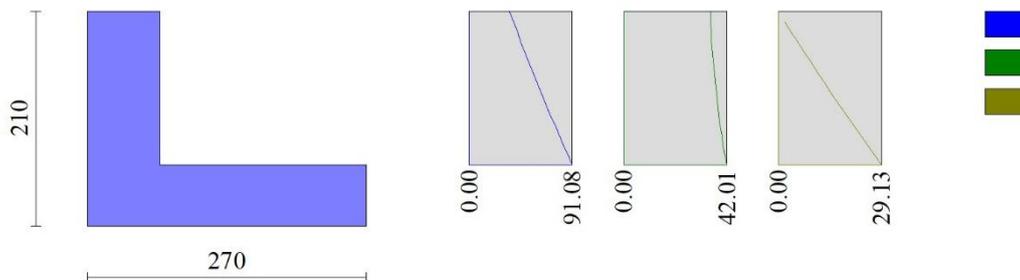


Fig. 11 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	-53.01	-53.01	-84.98	-84.98
2	0.10	0.00	0.00	-57.40	-57.40	-79.45	-79.45
3	0.20	0.00	0.00	-60.74	-60.74	-73.53	-73.53
4	0.30	0.00	0.00	-63.03	-63.03	-67.33	-67.33
5	0.40	0.00	0.00	-64.27	-64.27	-60.96	-60.96
6	0.50	0.00	0.00	-64.45	-64.45	-54.52	-54.52
7	0.60	0.00	0.00	-63.59	-63.59	-48.11	-48.11
8	0.70	0.00	0.00	-61.67	-61.67	-41.83	-41.83
9	0.80	0.00	0.00	-58.71	-58.71	-35.81	-35.81
10	0.90	0.00	0.00	-54.69	-54.69	-30.13	-30.13
11	1.00	0.00	0.00	-49.80	-49.80	-24.90	-24.90
12	1.10	0.00	0.00	-44.82	-44.82	-20.17	-20.17
13	1.20	0.00	0.00	-39.84	-39.84	-15.94	-15.94
14	1.30	0.00	0.00	-34.86	-34.86	-12.20	-12.20
15	1.40	0.00	0.00	-29.88	-29.88	-8.96	-8.96
16	1.50	0.00	0.00	-24.90	-24.90	-6.23	-6.23
17	1.60	0.00	0.00	-19.92	-19.92	-3.98	-3.98
18	1.70	0.00	0.00	-14.94	-14.94	-2.24	-2.24
19	1.80	0.00	0.00	-9.96	-9.96	-1.00	-1.00
20	1.90	0.00	0.00	-4.98	-4.98	-0.25	-0.25
21	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

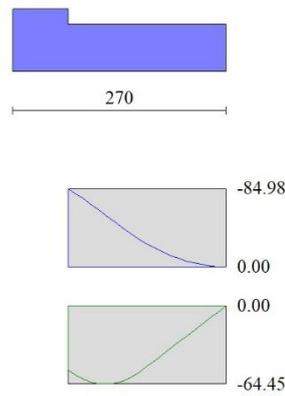


Fig. 12 - Fondazione

10.2 MURO TIPOLOGICO A1

10.2.1 Condizione statica e sismica

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	25.0000	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [kPa]	f _{uk} [kPa]
B450C	450000	540000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	10.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Falda

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-4.00	-2.70	0.000
2	10.00	-2.70	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	10.00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	2.00	[m]
Altezza paramento libero	1.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.60	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<u>Mensola di marciapiede</u>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.00	[m]
Lunghezza totale	3.20	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.70	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

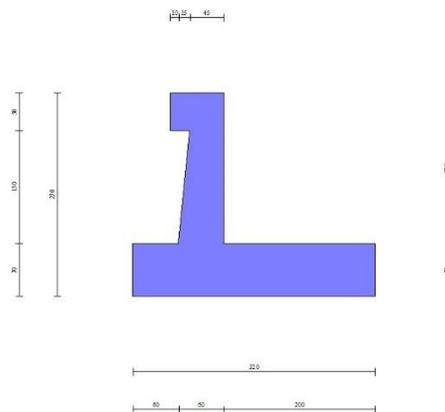


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
Ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	---	---
2	unità GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	---	---
3	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	---	---

Parametri di deformabilità

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
v	Coeff. di Poisson
Ed	Modulo edometrico, espresso in [kPa]
CR	Rapporto di compressione
RR	Rapporto di ricomprensione
OCR	Grado di sovraconsolidazione

n°	Descr	E [kPa]	v	Ed [kPa]	CR	RR	OCR
1	Rilevato stradale	50000	0.300	0	0.000	0.000	1.000
2	unità GS-ghiaia sabbiosa	20000	0.300	0	0.000	0.000	1.000
3	unità AL- argilla limosa	40000	0.300	0	0.000	0.000	1.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')
Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	2.70	0.000	Rilevato stradale	---	---	---	---	---
2	5.00	0.000	unità AL- argilla limosa	---	---	---	---	---

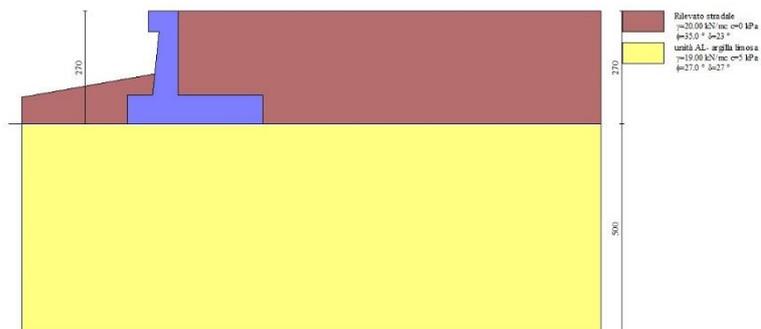


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.	
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.	
Momento positivo senso antiorario.	
X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Pavimentazione) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	10.00	4.8000	4.8000

Condizione n° 2 (Carichi stradali) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	10.00	20.0000	20.0000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma^{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ^c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff. γ_6 e γ_0 , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.30	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
------------	----------	--------	---------

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	9.148	4.574
Ultimo - Ribaltamento	0.570	13.722	6.861
Esercizio	0.470	5.150	2.575

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_c$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato	il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Metodo di calcolo (per sole combinazioni SLD)	Richards-Elms
Spostamento limite	10.00 [cm]

Cedimenti

Metodo di calcolo delle tensioni	Boussinesq
Metodo di calcolo dei cedimenti	Elastico
Profondità calcolo cedimenti	Automatica
ΔH massimo suddivisione strati	0.50 [m]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	45.73	23.33	42.00	18.11	2.00	-1.58
	Peso/Inerzia muro			0.00	84.42/0.00	0.17	-1.88
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	148.40/0.00	1.00	-1.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	5.26	-0.89	-1.78
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	20.99	23.33	19.27	8.31	2.00	-1.73
	Incremento di spinta sismica		5.74	5.27	2.27	2.00	-1.80
	Peso/Inerzia muro			7.72	84.42/3.86	0.17	-1.88
	Peso/Inerzia terrapieno			8.20	89.60/4.10	1.00	-1.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.48	5.26	-0.89	-1.78
3	Spinta statica	20.99	23.33	19.27	8.31	2.00	-1.73
	Incremento di spinta sismica		3.86	3.55	1.53	2.00	-1.80
	Peso/Inerzia muro			7.72	84.42/-3.86	0.17	-1.88
	Peso/Inerzia terrapieno			8.20	89.60/-4.10	1.00	-1.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.48	5.26	-0.89	-1.78
10	Spinta statica	34.19	23.33	31.39	13.54	2.00	-1.58
	Peso/Inerzia muro			0.00	84.42/0.00	0.17	-1.88
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	129.60/0.00	1.00	-1.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	5.26	-0.89	-1.78
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
11	Spinta statica	30.89	23.33	28.36	12.23	2.00	-1.61
	Peso/Inerzia muro			0.00	84.42/0.00	0.17	-1.88
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	119.60/0.00	1.00	-1.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	5.26	-0.89	-1.78
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
12	Spinta statica	20.99	23.33	19.27	8.31	2.00	-1.73
	Peso/Inerzia muro			0.00	84.42/0.00	0.17	-1.88
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	89.60/0.00	1.00	-1.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	5.26	-0.89	-1.78
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

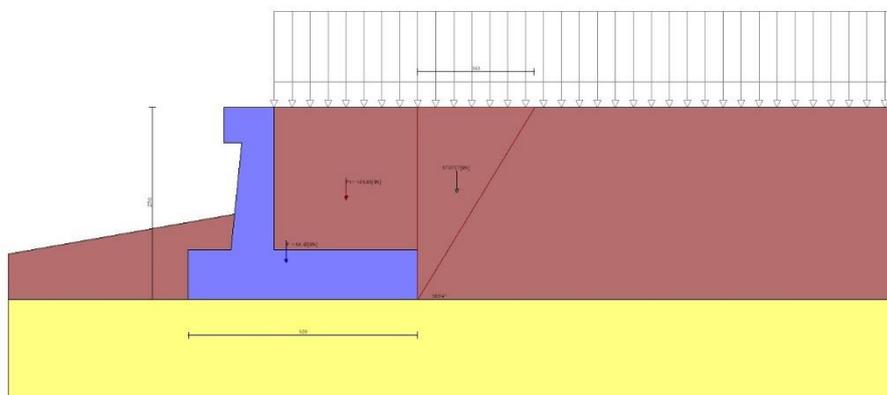


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

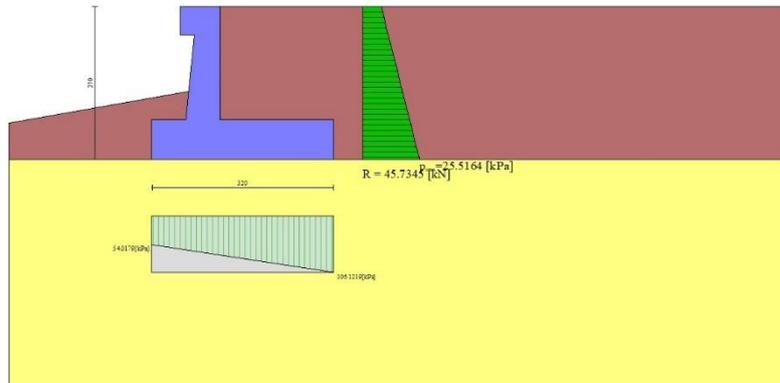


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

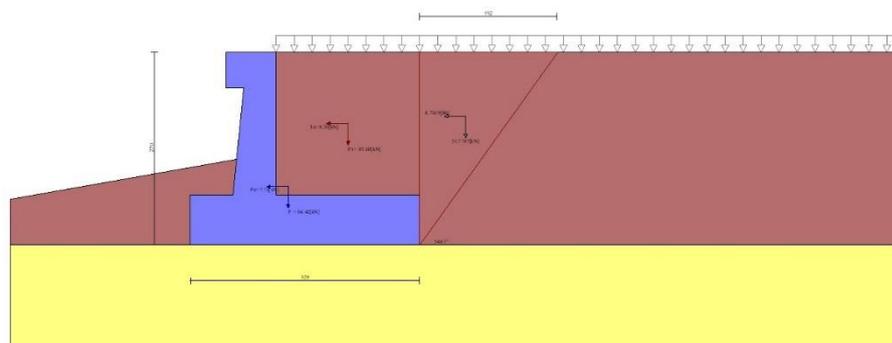


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

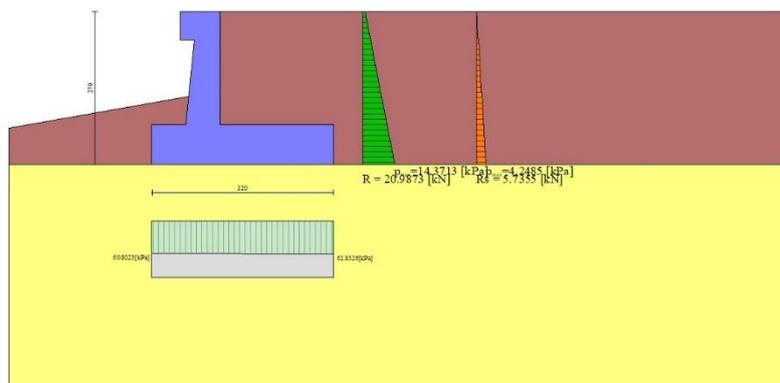


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]

M_r Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M_s Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	256.19	42.00	47.13	501.44	-0.174
2 - STR (A1-M1-R3)	197.82	40.94	44.07	362.31	-0.009
3 - STR (A1-M1-R3)	181.16	39.22	56.82	345.64	0.006
4 - GEO (A2-M2-R2)	243.33	43.98	49.87	470.22	-0.128
5 - GEO (A2-M2-R2)	197.82	40.94	44.07	362.31	-0.009
6 - GEO (A2-M2-R2)	181.16	39.22	56.82	345.64	0.006
7 - EQU (A1-M1-R3)	256.19	42.00	47.13	501.44	-0.174
8 - EQU (A1-M1-R3)	203.08	52.10	57.08	373.54	0.042
9 - EQU (A1-M1-R3)	178.13	49.62	76.29	348.68	0.071
10 - SLEP	232.82	31.39	35.02	445.45	-0.163
11 - SLEF	221.51	28.36	30.93	419.28	-0.153
12 - SLEQ	187.59	19.27	18.66	340.74	-0.117
13 - SLEQ	193.31	31.36	32.87	352.74	-0.055
14 - SLEQ	183.92	30.38	40.03	343.33	-0.049

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb Indice/Tipo combinazione
S Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS_{SCO} Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS_{RIB} Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS_{QLIM} Coeff. di sicurezza a carico limite
FS_{STAB} Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS_{HYD} Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS_{SUPL} Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		3.108		3.836			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.462		5.594			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.354		6.053			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.437		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.686		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.628		
7 - EQU (A1-M1-R3)			10.640				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		6.544				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		4.570				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
R_{sa} Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
R_{pt} Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
R_{ps} Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
R_p Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
R_t Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R Resistenza allo scorrimento (somma di R_{sa}+R_{pt}+R_{ps}+R_p), espresso in [kN]
T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	R _{sa} [kN]	R _{pt} [kN]	R _{ps} [kN]	R _p [kN]	R _t [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	130.54	0.00	0.00	--	--	130.54	42.00	3.108
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	100.80	0.00	0.00	--	--	100.80	40.94	2.462
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	92.31	0.00	0.00	--	--	92.31	39.22	2.354

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Q_u carico limite del terreno, espresso in [kN]
Q_d Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Q _u [kN]	Q _d [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	256.19	982.89	702.06	3.836
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	197.82	1106.59	922.16	5.594
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	181.16	1096.59	913.82	6.053

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5ByNy, viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	23.942	0.804	1.111	--	--	--	--	--	--	0.767	0.949
	13.199	0.804	1.055	--	--	--	--	--	--		
	9.463	0.429	1.055	--	--	--	--	--	--		
2	23.942	0.757	1.111	--	--	--	--	--	--	0.947	0.949
	13.199	0.757	1.055	--	--	--	--	--	--		
	9.463	0.321	1.055	--	--	--	--	--	--		
3	23.942	0.747	1.111	--	--	--	--	--	--	0.958	0.949
	13.199	0.747	1.055	--	--	--	--	--	--		
	9.463	0.300	1.055	--	--	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [kPa]
1	1.09	3.20	2.61	9.62	27.00	5
2	1.09	3.20	2.61	9.62	27.00	5
3	1.09	3.20	2.61	9.62	27.00	5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	501.44	47.13	10.640
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	373.54	57.08	6.544
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	348.68	76.29	4.570

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-3.50; 4.00	8.68	1.437
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	9.71	1.686
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	9.71	1.628

Cedimenti

Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
X, Y	Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]
w	Cedimento, espressa in [cm]
dw	Cedimento differenziale, espressa in [cm]

Ic	X; Y	w	dw
----	------	---	----

	[m]	[cm]	[cm]
10	-1.20; -2.70	0.573	0.000
10	0.40; -2.70	0.873	0.300
10	2.00; -2.70	0.681	0.108
11	-1.20; -2.70	0.548	0.000
11	0.40; -2.70	0.831	0.283
11	2.00; -2.70	0.645	0.097
12	-1.20; -2.70	0.474	0.000
12	0.40; -2.70	0.703	0.230
12	2.00; -2.70	0.536	0.063

Spostamenti

Simbologia adottata

Cmb Tipo combinazione
 $a_{g,crit}$ accelerazione critica, espressa in $[m/s^2]$
Dmax Spostamento orizzontale massimo, espressa in [cm]

Cmb	$a_{g,crit}$ [m/s^2]	Dmax [cm]
13 - SLEQ H + V	3.8504	0.0005
14 - SLEQ H - V	2.7900	0.0019

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.13	0.00	0.39
2	-0.10	4.48	0.80	0.36
3	-0.20	5.89	1.65	0.39
4	-0.30	7.35	2.57	0.50
5	-0.40	8.85	3.54	0.69
6	-0.50	10.41	4.57	0.96
7	-0.60	12.02	5.66	1.33
8	-0.70	13.67	6.81	1.79
9	-0.80	15.38	8.01	2.35
10	-0.90	17.14	9.27	3.01
11	-1.00	18.94	10.60	3.79
12	-1.10	20.80	11.98	4.69
13	-1.20	22.71	13.41	5.70
14	-1.30	24.67	14.91	6.85
15	-1.40	26.67	16.47	8.12
16	-1.50	28.73	18.08	9.54
17	-1.60	30.84	19.75	11.09
18	-1.70	33.00	21.48	12.80
19	-1.80	35.21	23.27	14.66
20	-1.90	37.46	25.12	16.68
21	-2.00	39.77	27.02	18.87

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.27	0.00	0.41
2	-0.10	4.39	0.23	0.40
3	-0.20	5.56	0.52	0.42
4	-0.30	6.78	0.88	0.45
5	-0.40	8.06	1.30	0.51
6	-0.50	9.38	1.78	0.60
7	-0.60	10.76	2.32	0.72
8	-0.70	12.19	2.93	0.89
9	-0.80	13.67	3.59	1.11
10	-0.90	15.21	4.32	1.39
11	-1.00	16.79	5.11	1.72
12	-1.10	18.43	5.97	2.12
13	-1.20	20.12	6.88	2.60
14	-1.30	21.86	7.86	3.15
15	-1.40	23.66	8.90	3.78
16	-1.50	25.50	10.01	4.51
17	-1.60	27.40	11.17	5.33
18	-1.70	29.35	12.40	6.25

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
19	-1.80	31.36	13.69	7.27
20	-1.90	33.41	15.05	8.41
21	-2.00	35.52	16.46	9.66

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.13	0.00	0.39
2	-0.10	4.15	0.23	0.39
3	-0.20	5.22	0.51	0.40
4	-0.30	6.34	0.86	0.43
5	-0.40	7.51	1.26	0.49
6	-0.50	8.73	1.72	0.58
7	-0.60	9.99	2.23	0.70
8	-0.70	11.30	2.80	0.87
9	-0.80	12.66	3.43	1.09
10	-0.90	14.06	4.12	1.35
11	-1.00	15.51	4.87	1.67
12	-1.10	17.01	5.67	2.06
13	-1.20	18.56	6.53	2.51
14	-1.30	20.16	7.44	3.04
15	-1.40	21.80	8.42	3.65
16	-1.50	23.49	9.45	4.33
17	-1.60	25.23	10.54	5.11
18	-1.70	27.02	11.69	5.98
19	-1.80	28.85	12.89	6.96
20	-1.90	30.73	14.15	8.03
21	-2.00	32.66	15.47	9.22

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.13	0.00	0.39
2	-0.10	4.39	0.58	0.37
3	-0.20	5.70	1.20	0.39
4	-0.30	7.05	1.87	0.47
5	-0.40	8.44	2.59	0.60
6	-0.50	9.88	3.35	0.79
7	-0.60	11.37	4.15	1.05
8	-0.70	12.89	5.00	1.38
9	-0.80	14.47	5.89	1.78
10	-0.90	16.08	6.83	2.25
11	-1.00	17.74	7.81	2.81
12	-1.10	19.45	8.84	3.45
13	-1.20	21.20	9.91	4.19
14	-1.30	22.99	11.03	5.01
15	-1.40	24.83	12.19	5.94
16	-1.50	26.71	13.40	6.96
17	-1.60	28.64	14.65	8.09
18	-1.70	30.61	15.95	9.33
19	-1.80	32.63	17.29	10.68
20	-1.90	34.69	18.68	12.15
21	-2.00	36.79	20.11	13.75

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.13	0.00	0.39
2	-0.10	4.34	0.47	0.37
3	-0.20	5.60	0.98	0.39
4	-0.30	6.90	1.54	0.45
5	-0.40	8.25	2.14	0.55
6	-0.50	9.64	2.79	0.71
7	-0.60	11.07	3.48	0.91
8	-0.70	12.55	4.21	1.18
9	-0.80	14.08	4.99	1.51
10	-0.90	15.65	5.82	1.91
11	-1.00	17.26	6.69	2.37
12	-1.10	18.92	7.61	2.91
13	-1.20	20.62	8.57	3.53
14	-1.30	22.36	9.57	4.23
15	-1.40	24.15	10.62	5.02
16	-1.50	25.99	11.72	5.90
17	-1.60	27.87	12.86	6.87
18	-1.70	29.79	14.04	7.94
19	-1.80	31.76	15.27	9.12
20	-1.90	33.77	16.55	10.40
21	-2.00	35.82	17.87	11.79

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X	N	T	M
----	---	---	---	---

	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	3.13	0.00	0.39
2	-0.10	4.19	0.13	0.38
3	-0.20	5.31	0.31	0.38
4	-0.30	6.47	0.53	0.39
5	-0.40	7.67	0.79	0.41
6	-0.50	8.91	1.10	0.45
7	-0.60	10.20	1.46	0.51
8	-0.70	11.54	1.86	0.60
9	-0.80	12.92	2.30	0.71
10	-0.90	14.34	2.79	0.86
11	-1.00	15.81	3.32	1.05
12	-1.10	17.32	3.90	1.28
13	-1.20	18.88	4.53	1.56
14	-1.30	20.48	5.20	1.89
15	-1.40	22.12	5.91	2.27
16	-1.50	23.81	6.67	2.71
17	-1.60	25.54	7.47	3.21
18	-1.70	27.32	8.32	3.78
19	-1.80	29.14	9.21	4.42
20	-1.90	31.01	10.15	5.14
21	-2.00	32.92	11.13	5.93

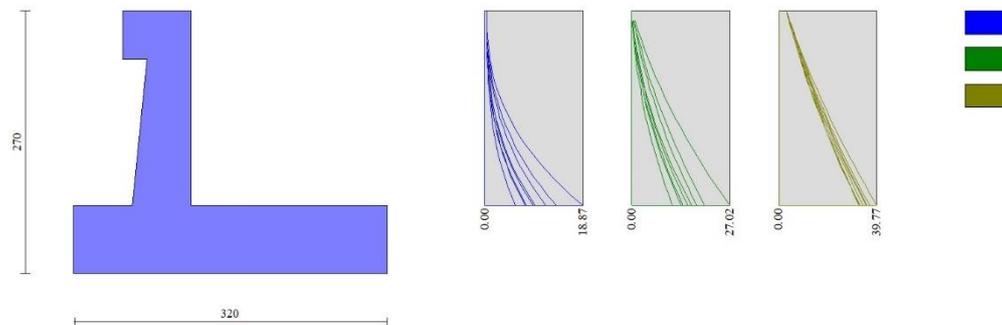


Fig. 7 - Paramento (Inviluppo)

Mensola valle

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.04	0.04
3	-0.53	0.00	2.08	0.17
4	-0.45	0.00	3.13	0.39

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.09	0.05
3	-0.53	0.00	2.18	0.18
4	-0.45	0.00	3.27	0.41

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.04	0.04
3	-0.53	0.00	2.08	0.17
4	-0.45	0.00	3.13	0.39

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
2	-0.62	0.00	1.04	0.04
3	-0.53	0.00	2.08	0.17
4	-0.45	0.00	3.13	0.39

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.04	0.04
3	-0.53	0.00	2.08	0.17
4	-0.45	0.00	3.13	0.39

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.04	0.04
3	-0.53	0.00	2.08	0.17
4	-0.45	0.00	3.13	0.39



Fig. 8 - Mensola valle (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.20	0.00	0.00	0.00
2	-1.10	0.00	2.76	0.14
3	-1.00	0.00	5.64	0.56
4	-0.90	0.00	8.64	1.27
5	-0.80	0.00	11.75	2.29
6	-0.70	0.00	14.99	3.62
7	-0.60	0.00	18.35	5.29
8	0.00	0.00	-27.72	-16.87
9	0.10	0.00	-24.79	-14.24
10	0.20	0.00	-22.02	-11.90
11	0.30	0.00	-19.41	-9.83
12	0.40	0.00	-16.97	-8.02
13	0.50	0.00	-14.69	-6.44
14	0.60	0.00	-12.57	-5.07
15	0.70	0.00	-10.61	-3.92
16	0.80	0.00	-8.82	-2.95
17	0.90	0.00	-7.19	-2.15
18	1.00	0.00	-5.72	-1.50
19	1.10	0.00	-4.42	-1.00
20	1.20	0.00	-3.27	-0.61
21	1.30	0.00	-2.29	-0.34
22	1.40	0.00	-1.48	-0.15
23	1.50	0.00	-0.82	-0.04
24	1.60	0.00	-0.33	0.02
25	1.70	0.00	-0.01	0.04
26	1.80	0.00	0.16	0.03
27	1.90	0.00	0.16	0.01
28	2.00	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.20	0.00	0.00	0.00
2	-1.10	0.00	3.58	0.18
3	-1.00	0.00	7.14	0.72
4	-0.90	0.00	10.67	1.61
5	-0.80	0.00	14.18	2.85
6	-0.70	0.00	17.65	4.44
7	-0.60	0.00	21.10	6.38
8	0.00	0.00	-0.18	0.25
9	0.10	0.00	-0.11	0.26
10	0.20	0.00	-0.04	0.27
11	0.30	0.00	0.01	0.27
12	0.40	0.00	0.06	0.27
13	0.50	0.00	0.11	0.26
14	0.60	0.00	0.15	0.25
15	0.70	0.00	0.18	0.23
16	0.80	0.00	0.20	0.21
17	0.90	0.00	0.22	0.19
18	1.00	0.00	0.23	0.17
19	1.10	0.00	0.24	0.15
20	1.20	0.00	0.24	0.12
21	1.30	0.00	0.23	0.10
22	1.40	0.00	0.22	0.08
23	1.50	0.00	0.20	0.06
24	1.60	0.00	0.17	0.04
25	1.70	0.00	0.14	0.02
26	1.80	0.00	0.10	0.01
27	1.90	0.00	0.05	0.00
28	2.00	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.20	0.00	0.00	0.00
2	-1.10	0.00	3.22	0.16
3	-1.00	0.00	6.40	0.64
4	-0.90	0.00	9.55	1.44
5	-0.80	0.00	12.66	2.55
6	-0.70	0.00	15.73	3.97
7	-0.60	0.00	18.76	5.70
8	0.00	0.00	-11.80	-12.05
9	0.10	0.00	-11.25	-10.90
10	0.20	0.00	-10.69	-9.80
11	0.30	0.00	-10.13	-8.76
12	0.40	0.00	-9.56	-7.78
13	0.50	0.00	-8.99	-6.85
14	0.60	0.00	-8.42	-5.98
15	0.70	0.00	-7.84	-5.16
16	0.80	0.00	-7.26	-4.41
17	0.90	0.00	-6.68	-3.71
18	1.00	0.00	-6.09	-3.07
19	1.10	0.00	-5.49	-2.50
20	1.20	0.00	-4.90	-1.98
21	1.30	0.00	-4.30	-1.52
22	1.40	0.00	-3.70	-1.12
23	1.50	0.00	-3.09	-0.78
24	1.60	0.00	-2.48	-0.50
25	1.70	0.00	-1.86	-0.28
26	1.80	0.00	-1.25	-0.12
27	1.90	0.00	-0.63	-0.03
28	2.00	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.20	0.00	0.00	0.00
2	-1.10	0.00	2.62	0.13
3	-1.00	0.00	5.35	0.53
4	-0.90	0.00	8.18	1.20
5	-0.80	0.00	11.12	2.17
6	-0.70	0.00	14.17	3.43
7	-0.60	0.00	17.32	5.00
8	0.00	0.00	-2.39	6.89
9	0.10	0.00	-0.94	7.05
10	0.20	0.00	0.36	7.08
11	0.30	0.00	1.52	6.99
12	0.40	0.00	2.54	6.78
13	0.50	0.00	3.43	6.48
14	0.60	0.00	4.17	6.10
15	0.70	0.00	4.78	5.65
16	0.80	0.00	5.25	5.15
17	0.90	0.00	5.57	4.61

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
18	1.00	0.00	5.76	4.04
19	1.10	0.00	5.81	3.46
20	1.20	0.00	5.72	2.88
21	1.30	0.00	5.49	2.32
22	1.40	0.00	5.13	1.79
23	1.50	0.00	4.62	1.30
24	1.60	0.00	3.97	0.87
25	1.70	0.00	3.19	0.51
26	1.80	0.00	2.27	0.24
27	1.90	0.00	1.20	0.06
28	2.00	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.20	0.00	0.00	0.00
2	-1.10	0.00	2.50	0.12
3	-1.00	0.00	5.08	0.50
4	-0.90	0.00	7.76	1.14
5	-0.80	0.00	10.53	2.06
6	-0.70	0.00	13.39	3.25
7	-0.60	0.00	16.34	4.74
8	0.00	0.00	-1.21	7.09
9	0.10	0.00	0.03	7.14
10	0.20	0.00	1.15	7.08
11	0.30	0.00	2.14	6.92
12	0.40	0.00	3.01	6.66
13	0.50	0.00	3.76	6.32
14	0.60	0.00	4.38	5.91
15	0.70	0.00	4.88	5.45
16	0.80	0.00	5.25	4.94
17	0.90	0.00	5.49	4.40
18	1.00	0.00	5.62	3.85
19	1.10	0.00	5.62	3.28
20	1.20	0.00	5.49	2.73
21	1.30	0.00	5.24	2.19
22	1.40	0.00	4.86	1.68
23	1.50	0.00	4.36	1.22
24	1.60	0.00	3.74	0.81
25	1.70	0.00	2.99	0.48
26	1.80	0.00	2.12	0.22
27	1.90	0.00	1.12	0.06
28	2.00	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.20	0.00	0.00	0.00
2	-1.10	0.00	2.12	0.11
3	-1.00	0.00	4.28	0.42
4	-0.90	0.00	6.49	0.96
5	-0.80	0.00	8.75	1.72
6	-0.70	0.00	11.05	2.71
7	-0.60	0.00	13.40	3.94
8	0.00	0.00	2.32	7.68
9	0.10	0.00	2.96	7.42
10	0.20	0.00	3.53	7.09
11	0.30	0.00	4.02	6.71
12	0.40	0.00	4.43	6.29
13	0.50	0.00	4.76	5.83
14	0.60	0.00	5.00	5.34
15	0.70	0.00	5.17	4.83
16	0.80	0.00	5.25	4.31
17	0.90	0.00	5.26	3.78
18	1.00	0.00	5.18	3.26
19	1.10	0.00	5.03	2.75
20	1.20	0.00	4.79	2.26
21	1.30	0.00	4.47	1.80
22	1.40	0.00	4.08	1.37
23	1.50	0.00	3.60	0.98
24	1.60	0.00	3.04	0.65
25	1.70	0.00	2.40	0.38
26	1.80	0.00	1.68	0.17
27	1.90	0.00	0.88	0.04
28	2.00	0.00	0.00	0.00

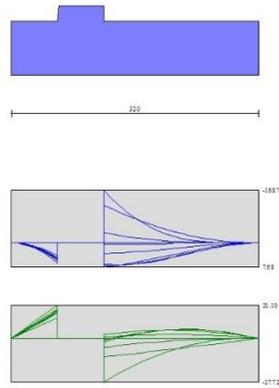


Fig. 9 - Fondazione (Inviluppo)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	45.73	23.33	42.00	18.11	2.00	-1.58
	Peso/Inerzia muro			0.00	84.42/0.00	0.17	-1.88
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	148.40/0.00	1.00	-1.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	5.26	-0.89	-1.78
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	20.99	23.33	19.27	8.31	2.00	-1.73
	Incremento di spinta sismica		5.74	5.27	2.27	2.00	-1.80
	Peso/Inerzia muro			7.72	84.42/3.86	0.17	-1.88
	Peso/Inerzia terrapieno			8.20	89.60/4.10	1.00	-1.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.48	5.26	-0.89	-1.78
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

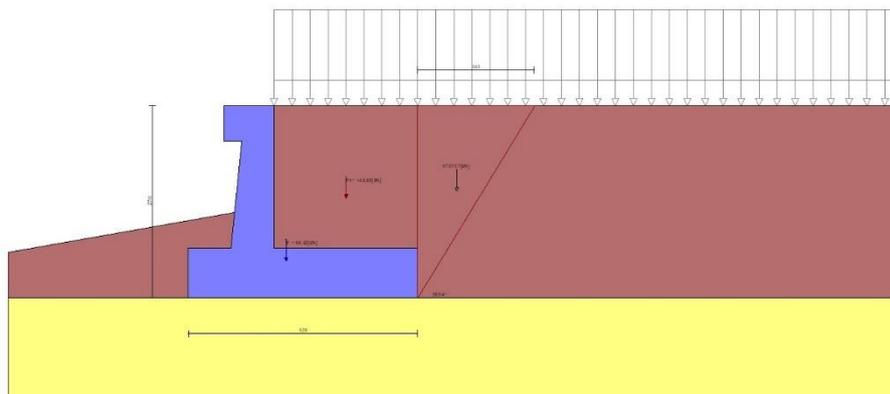


Fig. 10 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

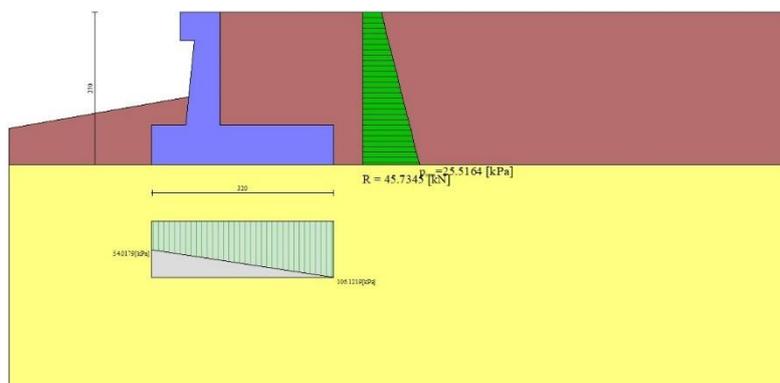


Fig. 11 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

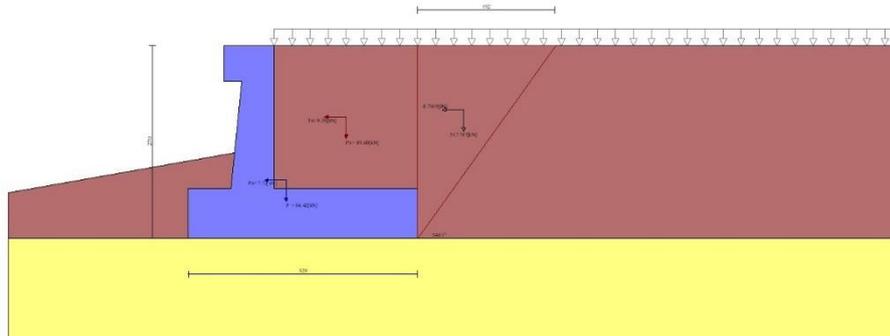


Fig. 12 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

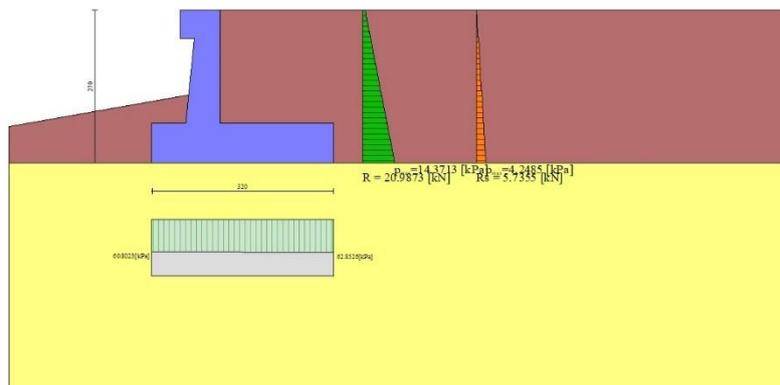


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	256.19	42.00	47.13	501.44	-0.174
2 - STR (A1-M1-R3)	197.82	40.94	44.07	362.31	-0.009
3 - STR (A1-M1-R3)	181.16	39.22	56.82	345.64	0.006
4 - GEO (A2-M2-R2)	243.33	43.98	49.87	470.22	-0.128
5 - GEO (A2-M2-R2)	197.82	40.94	44.07	362.31	-0.009
6 - GEO (A2-M2-R2)	181.16	39.22	56.82	345.64	0.006
7 - EQU (A1-M1-R3)	256.19	42.00	47.13	501.44	-0.174
8 - EQU (A1-M1-R3)	203.08	52.10	57.08	373.54	0.042
9 - EQU (A1-M1-R3)	178.13	49.62	76.29	348.68	0.071
10 - SLEF	232.82	31.39	35.02	445.45	-0.163
11 - SLEF	221.51	28.36	30.93	419.28	-0.153
12 - SLEQ	187.59	19.27	18.66	340.74	-0.117
13 - SLEQ	193.31	31.36	32.87	352.74	-0.055
14 - SLEQ	183.92	30.38	40.03	343.33	-0.049

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

	Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)			3.108		3.836			
2 - STR (A1-M1-R3)		H + V	2.462		5.594			
3 - STR (A1-M1-R3)		H - V	2.354		6.053			
4 - GEO (A2-M2-R2)						1.437		
5 - GEO (A2-M2-R2)		H + V				1.686		
6 - GEO (A2-M2-R2)		H - V				1.628		
7 - EQU (A1-M1-R3)				10.640				
8 - EQU (A1-M1-R3)		H + V		6.544				
9 - EQU (A1-M1-R3)		H - V		4.570				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

	n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)		130.54	0.00	0.00	--	--	130.54	42.00	3.108
3 - STR (A1-M1-R3) H - V		92.31	0.00	0.00	--	--	92.31	39.22	2.354

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limie e carico agente al piano di posa)

	n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)		256.19	982.89	702.06	3.836
2 - STR (A1-M1-R3) H + V		197.82	1106.59	922.16	5.594

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5ByN, viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	23.942 13.199	0.804 0.804	1.111 1.055	-- --	-- --	-- --	-- --	--	--	0.767	0.949

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
	9.463	0.429	1.055	--	--	--	--				
2	23.942	0.757	1.111	--	--	--	--	--	--	0.947	0.949
	13.199	0.757	1.055	--	--	--	--				
	9.463	0.321	1.055	--	--	--	--				

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [kPa]
1	1.09	3.20	2.61	9.62	27.00	5
2	1.09	3.20	2.61	9.62	27.00	5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	501.44	47.13	10.640
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	348.68	76.29	4.570

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
 R Raggio, espresso in [m]
 FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-3.50; 4.00	8.68	1.437
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	9.71	1.628

Cedimenti

Simbologia adottata

Ic Indice combinazione
 X, Y Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]
 w Cedimento, espressa in [cm]
 dw Cedimento differenziale, espressa in [cm]

Ic	X; Y [m]	w [cm]	dw [cm]
10	-1.20; -2.70	0.573	0.000
10	0.40; -2.70	0.873	0.300
10	2.00; -2.70	0.681	0.108

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	3.13	3.27	0.00	0.00	0.39	0.41
2	-0.10	4.15	4.48	0.13	0.80	0.36	0.40
3	-0.20	5.22	5.89	0.31	1.65	0.38	0.42
4	-0.30	6.34	7.35	0.53	2.57	0.39	0.50
5	-0.40	7.51	8.85	0.79	3.54	0.41	0.69
6	-0.50	8.73	10.41	1.10	4.57	0.45	0.96
7	-0.60	9.99	12.02	1.46	5.66	0.51	1.33
8	-0.70	11.30	13.67	1.86	6.81	0.60	1.79
9	-0.80	12.66	15.38	2.30	8.01	0.71	2.35
10	-0.90	14.06	17.14	2.79	9.27	0.86	3.01
11	-1.00	15.51	18.94	3.32	10.60	1.05	3.79

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
12	-1.10	17.01	20.80	3.90	11.98	1.28	4.69
13	-1.20	18.56	22.71	4.53	13.41	1.56	5.70
14	-1.30	20.16	24.67	5.20	14.91	1.89	6.85
15	-1.40	21.80	26.67	5.91	16.47	2.27	8.12
16	-1.50	23.49	28.73	6.67	18.08	2.71	9.54
17	-1.60	25.23	30.84	7.47	19.75	3.21	11.09
18	-1.70	27.02	33.00	8.32	21.48	3.78	12.80
19	-1.80	28.85	35.21	9.21	23.27	4.42	14.66
20	-1.90	30.73	37.46	10.15	25.12	5.14	16.68
21	-2.00	32.66	39.77	11.13	27.02	5.93	18.87

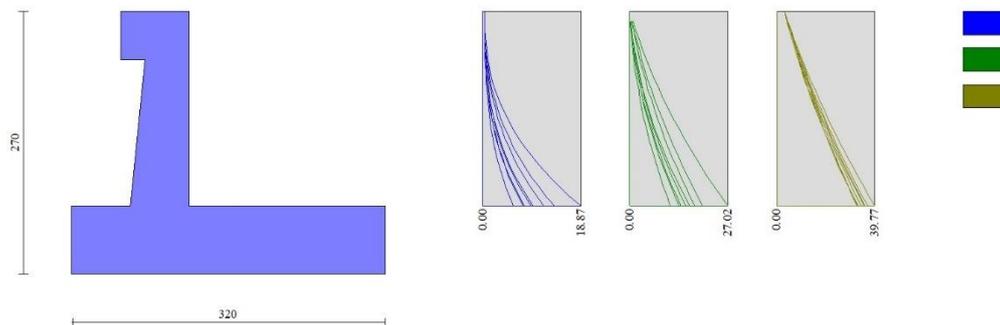


Fig. 14 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.04	1.09	0.04	0.05
3	-0.53	0.00	0.00	2.08	2.18	0.17	0.18
4	-0.45	0.00	0.00	3.13	3.27	0.39	0.41



Fig. 15 - Mensola valle

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.10	0.00	0.00	2.12	3.58	0.11	0.18
3	-1.00	0.00	0.00	4.28	7.14	0.42	0.72
4	-0.90	0.00	0.00	6.49	10.67	0.96	1.61

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
5	-0.80	0.00	0.00	8.75	14.18	1.72	2.85
6	-0.70	0.00	0.00	11.05	17.65	2.71	4.44
7	-0.60	0.00	0.00	13.40	21.10	3.94	6.38
8	0.00	0.00	0.00	-27.72	2.32	-16.87	7.68
9	0.10	0.00	0.00	-24.79	2.96	-14.24	7.42
10	0.20	0.00	0.00	-22.02	3.53	-11.90	7.09
11	0.30	0.00	0.00	-19.41	4.02	-9.83	6.99
12	0.40	0.00	0.00	-16.97	4.43	-8.02	6.78
13	0.50	0.00	0.00	-14.69	4.76	-6.85	6.48
14	0.60	0.00	0.00	-12.57	5.00	-5.98	6.10
15	0.70	0.00	0.00	-10.61	5.17	-5.16	5.65
16	0.80	0.00	0.00	-8.82	5.25	-4.41	5.15
17	0.90	0.00	0.00	-7.19	5.57	-3.71	4.61
18	1.00	0.00	0.00	-6.09	5.76	-3.07	4.04
19	1.10	0.00	0.00	-5.49	5.81	-2.50	3.46
20	1.20	0.00	0.00	-4.90	5.72	-1.98	2.88
21	1.30	0.00	0.00	-4.30	5.49	-1.52	2.32
22	1.40	0.00	0.00	-3.70	5.13	-1.12	1.79
23	1.50	0.00	0.00	-3.09	4.62	-0.78	1.30
24	1.60	0.00	0.00	-2.48	3.97	-0.50	0.87
25	1.70	0.00	0.00	-1.86	3.19	-0.28	0.51
26	1.80	0.00	0.00	-1.25	2.27	-0.12	0.24
27	1.90	0.00	0.00	-0.63	1.20	-0.03	0.06
28	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

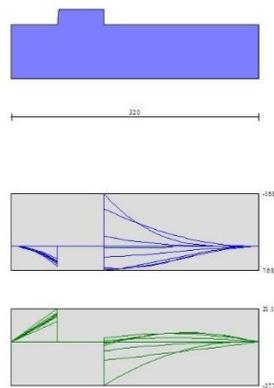


Fig. 16 - Fondazione

10.2.2 Combinazione eccezionale d'urto

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
----	-------	---	---	---------------------	--------------------------	------------	-------	---	-----

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	v	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	25.0000	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [kPa]	f _{uk} [kPa]
B450C	450000	540000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	10.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Falda

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-4.00	-2.70	0.000
2	10.00	-2.70	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	10.00	[m]
Paramento		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	2.00	[m]
Altezza paramento libero	1.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.60	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
Mensola di marciapiede		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
Fondazione		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.00	[m]
Lunghezza totale	3.20	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]

Spessore	0.70	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

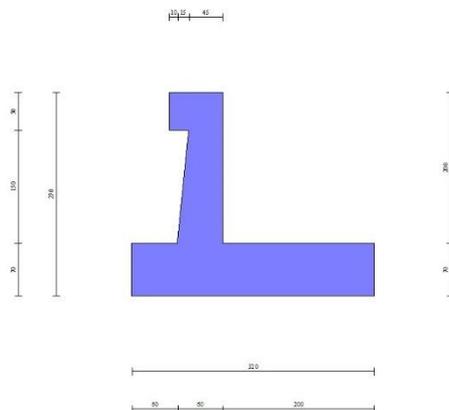


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n° Indice del terreno
 Descr Descrizione terreno
 γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
 γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
 φ Angolo d'attrito interno espresso in [°]
 δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
 c Coesione espressa in [kPa]
 c_a Adesione terra-muro espressa in [kPa]
 Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix
 Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
 τ_l Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ _{sat} [kN/mc]	φ [°]	δ [°]	c [kPa]	c _a [kPa]	Cesp	τ _l [kPa]
1	Rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	---	---
2	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	---	---
3	unità GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	---	---

Parametri di deformabilità

Simbologia adottata

n° Indice del terreno
 Descr Descrizione terreno
 E Modulo elastico, espresso in [kPa]
 ν Coeff. di Poisson
 E_d Modulo edometrico, espresso in [kPa]
 CR Rapporto di compressione
 RR Rapporto di ricomprensione
 OCR Grado di sovraconsolidazione

n°	Descr	E [kPa]	ν	E _d [kPa]	CR	RR	OCR
1	Rilevato stradale	50000	0.300	0	0.000	0.000	1.000
2	unità AL- argilla limosa	40000	0.300	0	0.000	0.000	1.000
3	unità GS-ghiaia sabbiosa	20000	0.300	0	0.000	0.000	1.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato
 H Spessore dello strato espresso in [m]
 α Inclinazione espressa in [°]
 Terreno Terreno dello strato
 Per calcolo pali (solo se presenti)
 Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\varphi)}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

$$G_1 + G_2 + A_d + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - ECC

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Roma
Provincia	Roma
Regione	Lazio
Latitudine	41.933189
Longitudine	12.601168
Indice punti di interpolazione	28292 - 28070 - 28069 - 28291
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		1.645	0.769
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.168	0.078
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.564	2.508
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.304	0.284
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.442	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	9.186	4.593
Ultimo - Ribaltamento	0.570	13.779	6.890
Esercizio	0.470	5.527	2.763

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale
Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_c$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Metodo di calcolo delle tensioni	Boussinesq
Metodo di calcolo dei cedimenti	Elastico
Profondità calcolo cedimenti	Automatica
ΔH massimo suddivisione strati	0.50 [m]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione
 A Tipo azione
 I Inclinazione della spinta, espressa in [°]
 V Valore dell'azione, espressa in [kN]
 Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
 Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	20.99	23.33	19.27	8.31	2.00	-1.73
	Peso/Inerzia muro			0.00	84.42/0.00	0.17	-1.88
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	89.60/0.00	1.00	-1.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			34.77	0.00	--	--
4	Spinta statica	20.99	23.33	19.27	8.31	2.00	-1.73
	Peso/Inerzia muro			0.00	84.42/0.00	0.17	-1.88
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	89.60/0.00	1.00	-1.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			34.77	0.00	--	--

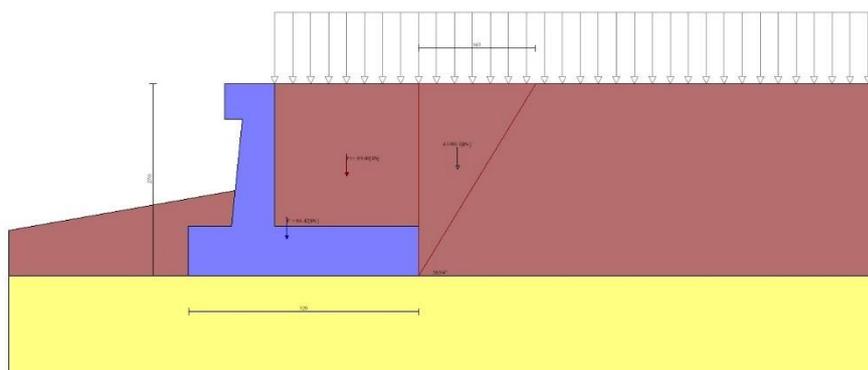


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

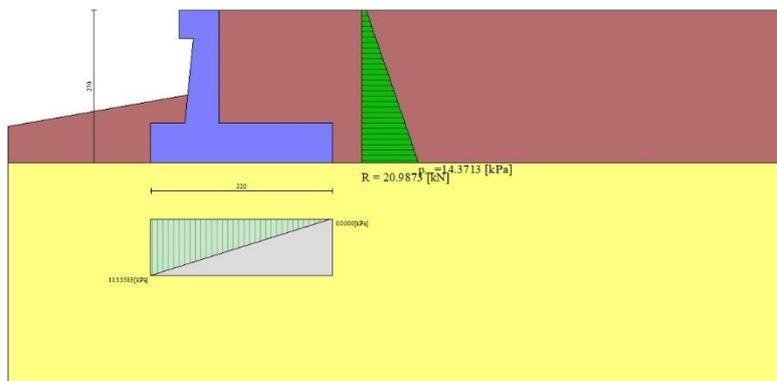


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	182.33	54.04	147.31	339.10	0.548
2 - GEO (A2-M2-R2)	182.33	54.04	147.31	339.10	0.548
3 - EQU (A1-M1-R3)	182.33	54.04	147.31	339.10	0.548
4 - ECC	182.33	54.04	147.31	339.10	0.548

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.719		3.109			
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.208		
3 - EQU (A1-M1-R3)			2.302				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	92.90	0.00	0.00	--	--	92.90	54.04	1.719

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	182.33	566.86	404.90	3.109

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, IRC	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_y/N_y$ viene moltiplicato per questo fattore

D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
 B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
 H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
 γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
 ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	23.942 13.199 9.463	0.667 0.667 0.151	1.111 1.055 1.055	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.586	0.949

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [kPa]
1	1.09	3.20	2.61	9.62	27.00	5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
3 - EQU (A1-M1-R3)	339.10	147.31	2.302

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
 R Raggio, espresso in [m]
 FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.00; 4.00	9.00	2.208

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
 W peso della striscia espresso in [kN]
 Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.09	2.62	0.00	4.08 - 0.55	59.687	35.000	0	0.0	
2	14.26	2.62	0.00	0.55	53.833	35.000	0	0.0	
3	21.67	2.62	0.00	0.55	48.280	35.000	0	0.0	
4	26.87	2.62	0.00	0.55	43.285	35.000	0	0.0	
5	34.74	2.62	0.00	0.55	38.675	27.000	5	3.2	
6	38.93	2.62	0.00	0.55	34.347	27.000	5	7.1	
7	42.51	2.62	0.00	0.55	30.234	27.000	5	10.5	
8	48.44	1.24	0.00	0.55	26.287	27.000	5	13.4	
9	42.79	0.00	0.00	0.55	22.471	27.000	5	15.8	
10	32.19	0.00	0.00	0.55	18.758	27.000	5	17.9	
11	31.58	0.00	0.00	0.55	15.126	27.000	5	19.5	
12	31.88	0.00	0.00	0.55	11.554	27.000	5	20.8	
13	31.80	0.00	0.00	0.55	8.028	27.000	5	21.7	
14	31.38	0.00	0.00	0.55	4.533	27.000	5	22.3	
15	30.60	0.00	0.00	0.55	1.054	27.000	5	22.5	
16	29.48	0.00	0.00	0.55	-2.420	27.000	5	22.5	
17	28.02	0.00	0.00	0.55	-5.904	27.000	5	22.1	
18	26.21	0.00	0.00	0.55	-9.410	27.000	5	21.4	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
19	24.04	0.00	0.00	0.55	-12.952	27.000	5	20.3	
20	21.50	0.00	0.00	0.55	-16.545	27.000	5	18.9	
21	18.57	0.00	0.01	0.55	-20.207	27.000	5	17.1	
22	15.25	0.00	0.28	0.55	-23.957	27.000	5	14.9	
23	11.50	0.00	0.80	0.55	-27.821	27.000	5	12.3	
24	7.26	0.00	1.31	0.55	-31.828	27.000	5	9.3	
25	2.45	0.00	1.80	-9.56 - 0.55	-35.300	27.000	5	5.7	

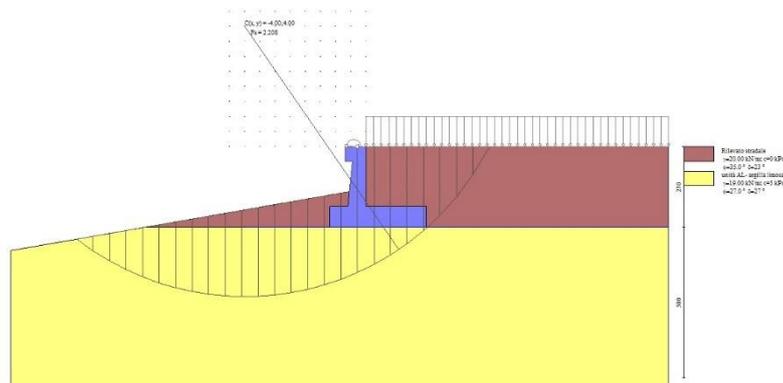


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 2)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.13	34.77	35.16
2	-0.10	4.14	34.90	38.64
3	-0.20	5.18	35.08	42.13
4	-0.30	6.24	35.30	45.64
5	-0.40	7.33	35.56	49.16
6	-0.50	8.44	35.87	52.71
7	-0.60	9.58	36.23	56.28
8	-0.70	10.74	36.63	59.89
9	-0.80	11.92	37.07	63.54
10	-0.90	13.14	37.56	67.22
11	-1.00	14.37	38.09	70.95
12	-1.10	15.64	38.67	74.73
13	-1.20	16.92	39.30	78.56
14	-1.30	18.23	39.97	82.45
15	-1.40	19.57	40.68	86.40
16	-1.50	20.93	41.44	90.42
17	-1.60	22.32	42.24	94.52
18	-1.70	23.73	43.09	98.68
19	-1.80	25.17	43.98	102.93
20	-1.90	26.63	44.92	107.26
21	-2.00	28.12	45.90	111.68

Combinazione n° 4 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.13	34.77	35.16
2	-0.10	4.14	34.90	38.64
3	-0.20	5.18	35.08	42.13
4	-0.30	6.24	35.30	45.64
5	-0.40	7.33	35.56	49.16
6	-0.50	8.44	35.87	52.71

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
7	-0.60	9.58	36.23	56.28
8	-0.70	10.74	36.63	59.89
9	-0.80	11.92	37.07	63.54
10	-0.90	13.14	37.56	67.22
11	-1.00	14.37	38.09	70.95
12	-1.10	15.64	38.67	74.73
13	-1.20	16.92	39.30	78.56
14	-1.30	18.23	39.97	82.45
15	-1.40	19.57	40.68	86.40
16	-1.50	20.93	41.44	90.42
17	-1.60	22.32	42.24	94.52
18	-1.70	23.73	43.09	98.68
19	-1.80	25.17	43.98	102.93
20	-1.90	26.63	44.92	107.26
21	-2.00	28.12	45.90	111.68

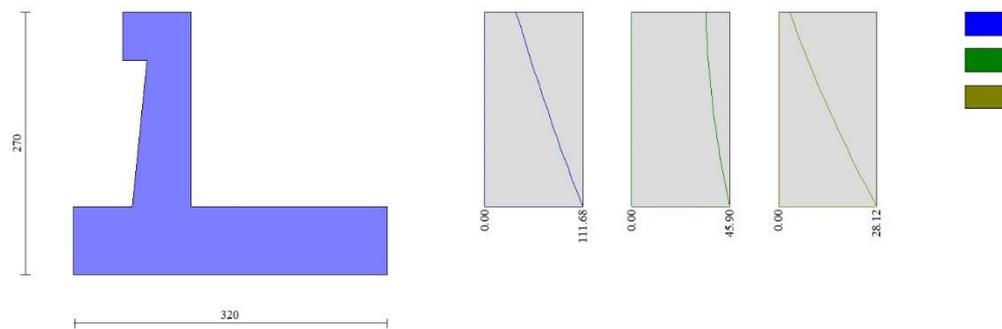


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

Mensola valle

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.04	0.04
3	-0.53	0.00	2.08	0.17
4	-0.45	0.00	3.13	0.39

Combinazione n° 4 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.04	0.04
3	-0.53	0.00	2.08	0.17
4	-0.45	0.00	3.13	0.39



Fig. 7 - Mensola valle (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.20	0.00	0.00	0.00
2	-1.10	0.00	9.62	0.48
3	-1.00	0.00	18.88	1.91
4	-0.90	0.00	27.77	4.25
5	-0.80	0.00	36.29	7.45
6	-0.70	0.00	44.45	11.49
7	-0.60	0.00	52.24	16.33
8	0.00	0.00	-54.54	-78.92
9	0.10	0.00	-55.29	-73.43
10	0.20	0.00	-55.68	-67.88
11	0.30	0.00	-55.69	-62.30
12	0.40	0.00	-55.35	-56.75
13	0.50	0.00	-54.63	-51.25
14	0.60	0.00	-53.55	-45.83
15	0.70	0.00	-52.10	-40.55
16	0.80	0.00	-50.29	-35.43
17	0.90	0.00	-48.11	-30.50
18	1.00	0.00	-45.56	-25.82
19	1.10	0.00	-42.65	-21.40
20	1.20	0.00	-39.37	-17.30
21	1.30	0.00	-35.73	-13.54
22	1.40	0.00	-31.72	-10.16
23	1.50	0.00	-27.34	-7.21
24	1.60	0.00	-22.60	-4.71
25	1.70	0.00	-17.49	-2.70
26	1.80	0.00	-12.01	-1.22
27	1.90	0.00	-6.17	-0.31
28	2.00	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 4 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.20	0.00	0.00	0.00
2	-1.10	0.00	9.62	0.48
3	-1.00	0.00	18.88	1.91
4	-0.90	0.00	27.77	4.25
5	-0.80	0.00	36.29	7.45
6	-0.70	0.00	44.45	11.49
7	-0.60	0.00	52.24	16.33
8	0.00	0.00	-54.54	-78.92
9	0.10	0.00	-55.29	-73.43
10	0.20	0.00	-55.68	-67.88
11	0.30	0.00	-55.69	-62.30
12	0.40	0.00	-55.35	-56.75
13	0.50	0.00	-54.63	-51.25
14	0.60	0.00	-53.55	-45.83
15	0.70	0.00	-52.10	-40.55
16	0.80	0.00	-50.29	-35.43
17	0.90	0.00	-48.11	-30.50
18	1.00	0.00	-45.56	-25.82
19	1.10	0.00	-42.65	-21.40
20	1.20	0.00	-39.37	-17.30
21	1.30	0.00	-35.73	-13.54
22	1.40	0.00	-31.72	-10.16

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
23	1.50	0.00	-27.34	-7.21
24	1.60	0.00	-22.60	-4.71
25	1.70	0.00	-17.49	-2.70
26	1.80	0.00	-12.01	-1.22
27	1.90	0.00	-6.17	-0.31
28	2.00	0.00	0.00	0.00

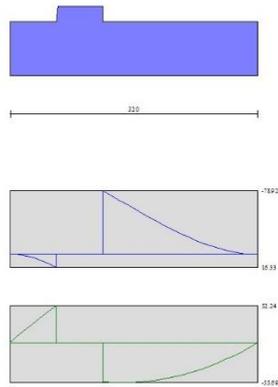


Fig. 8 - Fondazione (Inviluppo)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	20.99	23.33	19.27	8.31	2.00	-1.73
	Peso/Inerzia muro			0.00	84.42/0.00	0.17	-1.88
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	89.60/0.00	1.00	-1.00
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			34.77	0.00	--	--

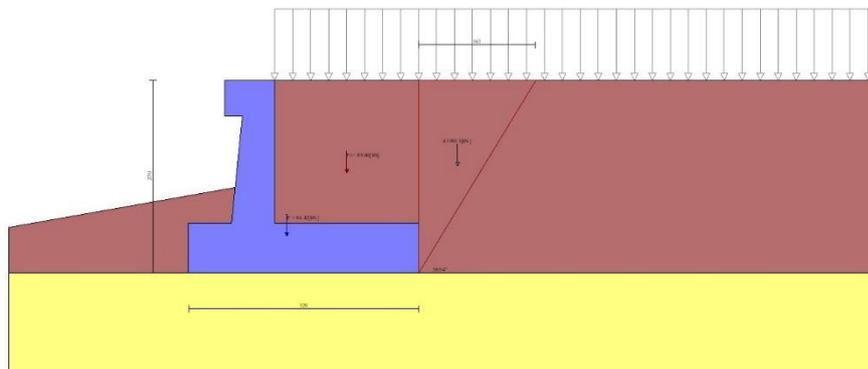


Fig. 9 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

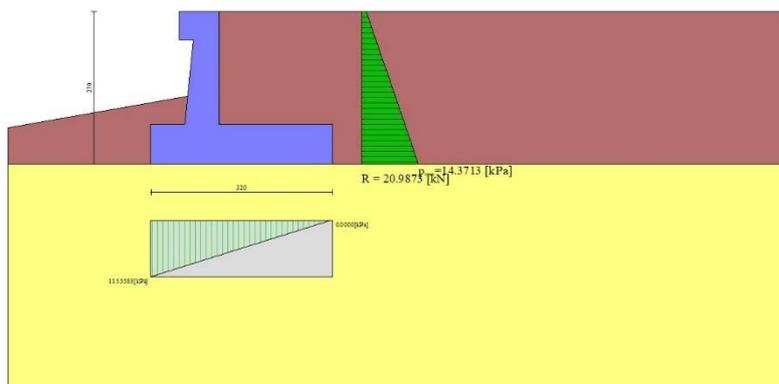


Fig. 10 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	182.33	54.04	147.31	339.10	0.548
2 - GEO (A2-M2-R2)	182.33	54.04	147.31	339.10	0.548
3 - EQU (A1-M1-R3)	182.33	54.04	147.31	339.10	0.548
4 - ECC	182.33	54.04	147.31	339.10	0.548

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.719		3.109			
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.208		
3 - EQU (A1-M1-R3)			2.302				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	92.90	0.00	0.00	--	--	92.90	54.04	1.719

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	182.33	566.86	404.90	3.109

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N _γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i _γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d _γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g _γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b _γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s _γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p _γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	23.942 13.199 9.463	0.667 0.667 0.151	1.111 1.055 1.055	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.586	0.949

n°	D	B'	H	γ	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[°]	[kN/mc]	[kPa]
1	1.09	3.20	2.61	9.62	27.00	5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
3 - EQU (A1-M1-R3)	339.10	147.31	2.302

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.00; 4.00	9.00	2.208

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kN]
Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W	Qy	Qf	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	5.09	2.62	0.00	4.08 - 0.55	59.687	35.000	0	0.0	
2	14.26	2.62	0.00	0.55	53.833	35.000	0	0.0	
3	21.67	2.62	0.00	0.55	48.280	35.000	0	0.0	
4	26.87	2.62	0.00	0.55	43.285	35.000	0	0.0	
5	34.74	2.62	0.00	0.55	38.675	27.000	5	3.2	
6	38.93	2.62	0.00	0.55	34.347	27.000	5	7.1	
7	42.51	2.62	0.00	0.55	30.234	27.000	5	10.5	
8	48.44	1.24	0.00	0.55	26.287	27.000	5	13.4	
9	42.79	0.00	0.00	0.55	22.471	27.000	5	15.8	
10	32.19	0.00	0.00	0.55	18.758	27.000	5	17.9	
11	31.58	0.00	0.00	0.55	15.126	27.000	5	19.5	
12	31.88	0.00	0.00	0.55	11.554	27.000	5	20.8	
13	31.80	0.00	0.00	0.55	8.028	27.000	5	21.7	
14	31.38	0.00	0.00	0.55	4.533	27.000	5	22.3	
15	30.60	0.00	0.00	0.55	1.054	27.000	5	22.5	
16	29.48	0.00	0.00	0.55	-2.420	27.000	5	22.5	
17	28.02	0.00	0.00	0.55	-5.904	27.000	5	22.1	
18	26.21	0.00	0.00	0.55	-9.410	27.000	5	21.4	
19	24.04	0.00	0.00	0.55	-12.952	27.000	5	20.3	
20	21.50	0.00	0.00	0.55	-16.545	27.000	5	18.9	
21	18.57	0.00	0.01	0.55	-20.207	27.000	5	17.1	
22	15.25	0.00	0.28	0.55	-23.957	27.000	5	14.9	
23	11.50	0.00	0.80	0.55	-27.821	27.000	5	12.3	
24	7.26	0.00	1.31	0.55	-31.828	27.000	5	9.3	
25	2.45	0.00	1.80	-9.56 - 0.55	-35.300	27.000	5	5.7	

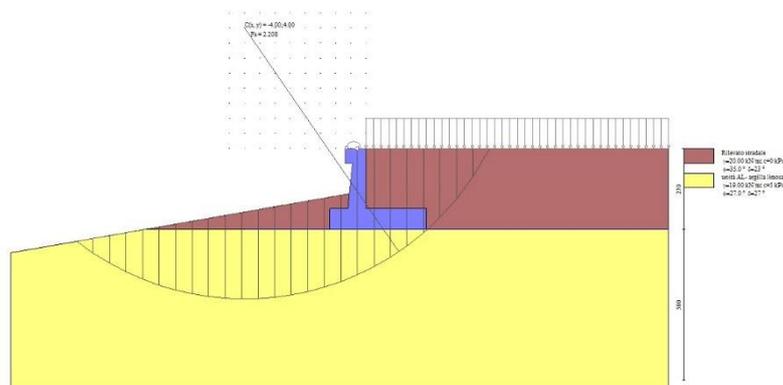


Fig. 11 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 2)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	3.13	3.13	34.77	34.77	35.16	35.16
2	-0.10	4.14	4.14	34.90	34.90	38.64	38.64
3	-0.20	5.18	5.18	35.08	35.08	42.13	42.13
4	-0.30	6.24	6.24	35.30	35.30	45.64	45.64
5	-0.40	7.33	7.33	35.56	35.56	49.16	49.16
6	-0.50	8.44	8.44	35.87	35.87	52.71	52.71
7	-0.60	9.58	9.58	36.23	36.23	56.28	56.28
8	-0.70	10.74	10.74	36.63	36.63	59.89	59.89
9	-0.80	11.92	11.92	37.07	37.07	63.54	63.54
10	-0.90	13.14	13.14	37.56	37.56	67.22	67.22
11	-1.00	14.37	14.37	38.09	38.09	70.95	70.95
12	-1.10	15.64	15.64	38.67	38.67	74.73	74.73
13	-1.20	16.92	16.92	39.30	39.30	78.56	78.56
14	-1.30	18.23	18.23	39.97	39.97	82.45	82.45
15	-1.40	19.57	19.57	40.68	40.68	86.40	86.40
16	-1.50	20.93	20.93	41.44	41.44	90.42	90.42
17	-1.60	22.32	22.32	42.24	42.24	94.52	94.52
18	-1.70	23.73	23.73	43.09	43.09	98.68	98.68
19	-1.80	25.17	25.17	43.98	43.98	102.93	102.93
20	-1.90	26.63	26.63	44.92	44.92	107.26	107.26
21	-2.00	28.12	28.12	45.90	45.90	111.68	111.68

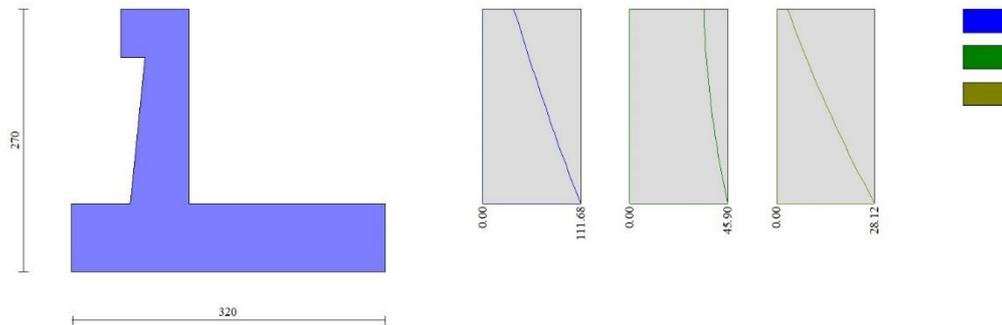


Fig. 12 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.04	1.04	0.04	0.04
3	-0.53	0.00	0.00	2.08	2.08	0.17	0.17
4	-0.45	0.00	0.00	3.13	3.13	0.39	0.39



Fig. 13 - Mensola valle

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.10	0.00	0.00	9.62	9.62	0.48	0.48
3	-1.00	0.00	0.00	18.88	18.88	1.91	1.91
4	-0.90	0.00	0.00	27.77	27.77	4.25	4.25
5	-0.80	0.00	0.00	36.29	36.29	7.45	7.45
6	-0.70	0.00	0.00	44.45	44.45	11.49	11.49
7	-0.60	0.00	0.00	52.24	52.24	16.33	16.33
8	0.00	0.00	0.00	-54.54	-54.54	-78.92	-78.92
9	0.10	0.00	0.00	-55.29	-55.29	-73.43	-73.43
10	0.20	0.00	0.00	-55.68	-55.68	-67.88	-67.88
11	0.30	0.00	0.00	-55.69	-55.69	-62.30	-62.30
12	0.40	0.00	0.00	-55.35	-55.35	-56.75	-56.75
13	0.50	0.00	0.00	-54.63	-54.63	-51.25	-51.25
14	0.60	0.00	0.00	-53.55	-53.55	-45.83	-45.83
15	0.70	0.00	0.00	-52.10	-52.10	-40.55	-40.55
16	0.80	0.00	0.00	-50.29	-50.29	-35.43	-35.43
17	0.90	0.00	0.00	-48.11	-48.11	-30.50	-30.50
18	1.00	0.00	0.00	-45.56	-45.56	-25.82	-25.82
19	1.10	0.00	0.00	-42.65	-42.65	-21.40	-21.40

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
20	1.20	0.00	0.00	-39.37	-39.37	-17.30	-17.30
21	1.30	0.00	0.00	-35.73	-35.73	-13.54	-13.54
22	1.40	0.00	0.00	-31.72	-31.72	-10.16	-10.16
23	1.50	0.00	0.00	-27.34	-27.34	-7.21	-7.21
24	1.60	0.00	0.00	-22.60	-22.60	-4.71	-4.71
25	1.70	0.00	0.00	-17.49	-17.49	-2.70	-2.70
26	1.80	0.00	0.00	-12.01	-12.01	-1.22	-1.22
27	1.90	0.00	0.00	-6.17	-6.17	-0.31	-0.31
28	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

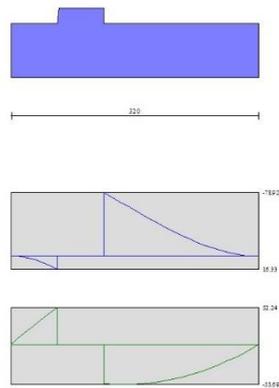


Fig. 14 - Fondazione

10.3 MURO TIPOLOGICO B1

10.3.1 Condizione statica e sismica

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	25.0000	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [kPa]	f _{uk} [kPa]
B450C	450000	540000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n° numero ordine del punto
X ascissa del punto espressa in [m]
Y ordinata del punto espressa in [m]
A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	10.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Falda

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n° numero ordine del punto
X ascissa del punto espressa in [m]
Y ordinata del punto espressa in [m]
A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-5.00	-3.80	0.000
2	10.00	-3.80	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 10.00 [m]

Paramento

Materiale C32/40
Altezza paramento 3.00 [m]
Altezza paramento libero 2.50 [m]
Spessore in sommità 0.40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione 0.70 [m]
Inclinazione paramento esterno 5.70 [°]
Inclinazione paramento interno 0.00 [°]

Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro 0.00 [m]
Lunghezza 0.25 [m]
Spessore all'estremità libera 0.50 [m]
Spessore all'incastro 0.50 [m]

Fondazione

Materiale C32/40
Lunghezza mensola di valle 0.60 [m]
Lunghezza mensola di monte 2.50 [m]
Lunghezza totale 3.80 [m]
Inclinazione piano di posa 0.00 [°]
Spessore 0.80 [m]
Spessore magrone 0.00 [m]

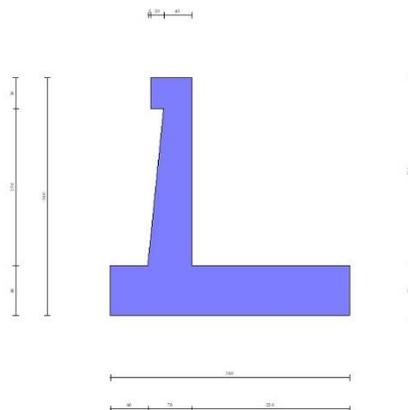


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	c_a [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	---	---
2	unità GS	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	---	---
3	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	---	---

Parametri di deformabilità

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
Ed	Modulo edometrico, espresso in [kPa]
CR	Rapporto di compressione
RR	Rapporto di ricomprensione
OCR	Grado di sovraconsolidazione

n°	Descr	E [kPa]	ν	Ed [kPa]	CR	RR	OCR
1	Rilevato stradale	50000	0.300	0	0.000	0.000	1.000
2	unità GS	20000	0.300	0	0.000	0.000	1.000
3	unità AL- argilla limosa	40000	0.300	0	0.000	0.000	1.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')
 Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ³]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	3.80	0.000	Rilevato stradale	---	---	---	---	---
2	5.00	0.000	unità AL- argilla limosa	---	---	---	---	---

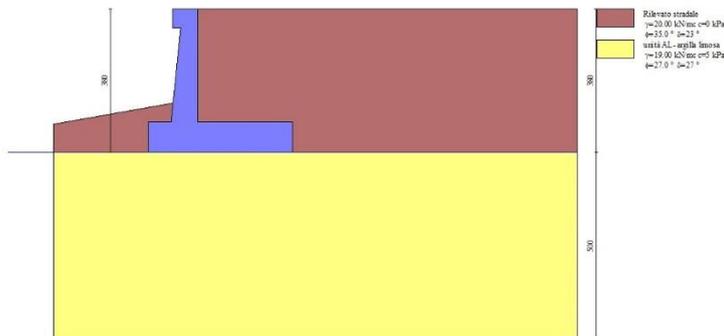


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Pavimentazione/marciapiede) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	10.00	4.8000	4.8000

Condizione n° 2 (Carichi stradali) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	10.00	20.0000	20.0000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.30	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.50	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole
Carichi stradali	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	9.148	4.574
Ultimo - Ribaltamento	0.570	13.722	6.861
Esercizio	0.470	5.150	2.575

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_c$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Metodo di calcolo (per sole combinazioni SLD)	Richards-Elms
Spostamento limite	5.00 [cm]

Cedimenti

Metodo di calcolo delle tensioni
Metodo di calcolo dei cedimenti
Profondità calcolo cedimenti
 ΔH massimo suddivisione strati

Boussinesq
Elastico
Automatica
0.50 [m]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	77.65	23.33	71.30	30.75	2.50	-2.27
	Peso/Inerzia muro			0.00	120.03/0.00	0.27	-2.72
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	235.50/0.00	1.25	-1.50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	39.75	23.33	36.50	15.74	2.50	-2.46
	Incremento di spinta sismica		10.86	9.98	4.30	2.50	-2.53
	Peso/Inerzia muro			10.98	120.03/5.49	0.27	-2.72
	Peso/Inerzia terrapieno			14.82	162.00/7.41	1.25	-1.50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
3	Spinta statica	39.75	23.33	36.50	15.74	2.50	-2.46
	Incremento di spinta sismica		7.32	6.72	2.90	2.50	-2.53
	Peso/Inerzia muro			10.98	120.03/-5.49	0.27	-2.72
	Peso/Inerzia terrapieno			14.82	162.00/-7.41	1.25	-1.50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
10	Spinta statica	58.33	23.33	53.56	23.10	2.50	-2.28
	Peso/Inerzia muro			0.00	120.03/0.00	0.27	-2.72
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	212.00/0.00	1.25	-1.50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
11	Spinta statica	53.68	23.33	49.30	21.26	2.50	-2.32
	Peso/Inerzia muro			0.00	120.03/0.00	0.27	-2.72
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	199.50/0.00	1.25	-1.50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
12	Spinta statica	39.75	23.33	36.50	15.74	2.50	-2.46
	Peso/Inerzia muro			0.00	120.03/0.00	0.27	-2.72
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	162.00/0.00	1.25	-1.50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

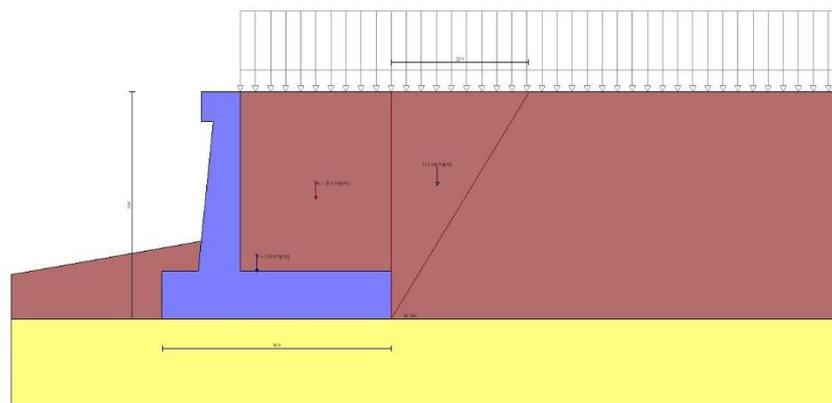


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

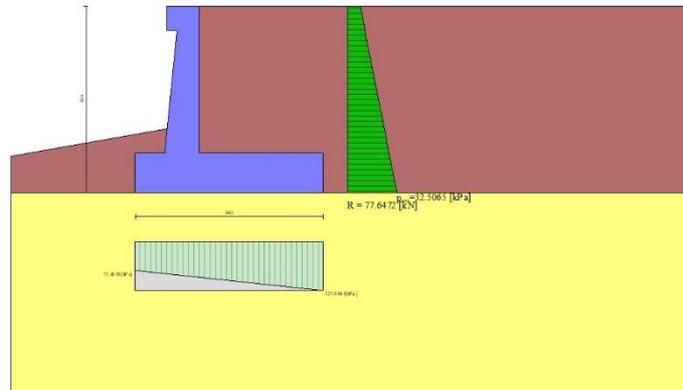


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

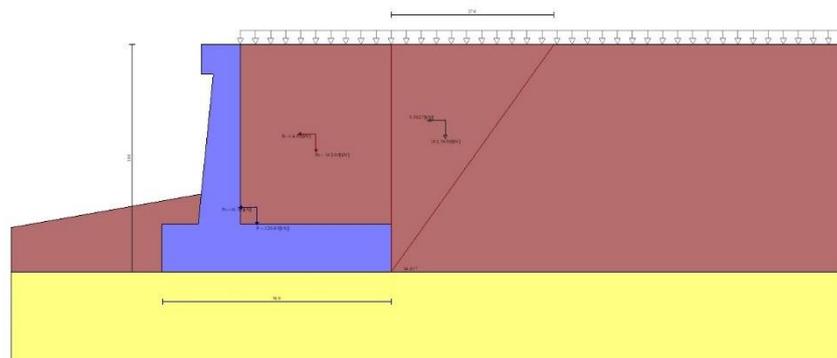


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

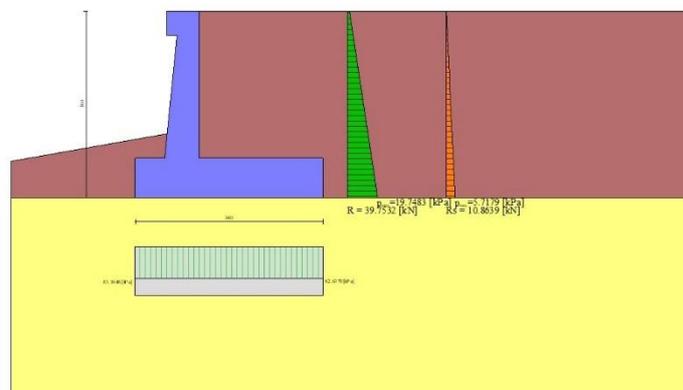


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]

M_r Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M_s Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	386.28	71.30	108.79	905.69	-0.163
2 - STR (A1-M1-R3)	314.98	72.28	107.42	705.15	0.002
3 - STR (A1-M1-R3)	287.77	69.02	130.80	672.30	0.018
4 - GEO (A2-M2-R2)	368.66	74.00	114.11	854.25	-0.108
5 - GEO (A2-M2-R2)	314.98	72.28	107.42	705.15	0.002
6 - GEO (A2-M2-R2)	287.77	69.02	130.80	672.30	0.018
7 - EQU (A1-M1-R3)	386.28	71.30	108.79	905.69	-0.163
8 - EQU (A1-M1-R3)	323.85	90.80	137.50	728.11	0.076
9 - EQU (A1-M1-R3)	283.12	86.10	172.82	679.14	0.111
10 - SLEP	355.13	53.56	81.24	816.71	-0.171
11 - SLEF	340.79	49.30	73.14	777.86	-0.168
12 - SLEQ	297.77	36.50	48.83	661.29	-0.157
13 - SLEQ	307.37	56.45	81.56	685.66	-0.066
14 - SLEQ	292.04	54.58	94.69	667.11	-0.060

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb Indice/Tipo combinazione
S Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS_{SCO} Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS_{RIB} Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS_{QLIM} Coeff. di sicurezza a carico limite
FS_{STAB} Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS_{HYD} Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS_{SUPL} Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.761		3.197			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.220		4.378			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.124		4.465			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.290		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.482		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.437		
7 - EQU (A1-M1-R3)			8.325				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		5.295				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		3.930				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
R_{sa} Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
R_{pt} Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
R_{ps} Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
R_p Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
R_t Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R Resistenza allo scorrimento (somma di R_{sa}+R_{pt}+R_{ps}+R_p), espresso in [kN]
T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	R _{sa} [kN]	R _{pt} [kN]	R _{ps} [kN]	R _p [kN]	R _t [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	196.82	0.00	0.00	--	--	196.82	71.30	2.761
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	160.49	0.00	0.00	--	--	160.49	72.28	2.220
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	146.63	0.00	0.00	--	--	146.63	69.02	2.124

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Q_u carico limite del terreno, espresso in [kN]
Q_d Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Q _u [kN]	Q _d [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	386.28	1235.13	882.24	3.197
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	314.98	1379.03	1149.19	4.378
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	287.77	1284.84	1070.70	4.465

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 Nc, Nq, Ny Fattori di capacità portante
 ic, iq, iy Fattori di inclinazione del carico
 dc, dq, dy Fattori di profondità del piano di posa
 gc, gq, gy Fattori di inclinazione del profilo topografico
 bc, bq, by Fattori di inclinazione del piano di posa
 sc, sq, sy Fattori di forma della fondazione
 pc, pq, py Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
 Re Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
 Ir, Irc Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
 ry Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_y/N_y$ viene moltiplicato per questo fattore
 D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
 B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
 H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
 γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
 ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	23.942	0.781	1.102	--	--	--	--	--	--	0.793	0.930
	13.199	0.781	1.051	--	--	--	--	--	--		
	9.463	0.375	1.051	--	--	--	--	--	--		
2	23.942	0.733	1.102	--	--	--	--	--	--	0.977	0.930
	13.199	0.733	1.051	--	--	--	--	--	--		
	9.463	0.272	1.051	--	--	--	--	--	--		
3	23.942	0.723	1.102	--	--	--	--	--	--	0.931	0.930
	13.199	0.723	1.051	--	--	--	--	--	--		
	9.463	0.250	1.051	--	--	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [kPa]
1	1.19	3.80	3.10	9.56	27.00	5
2	1.19	3.80	3.10	9.56	27.00	5
3	1.19	3.80	3.10	9.56	27.00	5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	905.69	108.79	8.325
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	728.11	137.50	5.295
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	679.14	172.82	3.930

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
 R Raggio, espresso in [m]
 FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	10.87	1.290
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	10.87	1.482
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	10.87	1.437

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
 W peso della striscia espresso in [kN]
 Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
 $T_x; T_y$ Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7.83	19.05	0.00	5.40 - 0.65	61.541	29.256	0	0.0	
2	21.80	19.05	0.00	0.65	55.334	29.256	0	0.0	
3	32.93	19.05	0.00	0.65	49.660	29.256	0	0.0	
4	42.11	19.05	0.00	0.65	44.594	29.256	0	0.0	
5	49.05	19.05	0.00	0.65	39.941	22.177	4	0.3	
6	58.70	19.05	0.00	0.65	35.589	22.177	4	5.2	
7	64.05	19.05	0.00	0.65	31.463	22.177	4	9.5	
8	68.62	19.05	0.00	0.65	27.513	22.177	4	13.1	
9	76.43	5.61	0.00	0.65	23.701	22.177	4	16.1	
10	43.78	0.00	0.00	0.65	19.997	22.177	4	18.7	
11	42.14	0.00	0.00	0.65	16.379	22.177	4	20.8	
12	41.99	0.00	0.00	0.65	12.828	22.177	4	22.5	
13	42.08	0.00	0.00	0.65	9.326	22.177	4	23.7	
14	41.66	0.00	0.00	0.65	5.859	22.177	4	24.6	
15	40.74	0.00	0.00	0.65	2.413	22.177	4	25.0	
16	39.35	0.00	0.00	0.65	-1.024	22.177	4	25.1	
17	37.46	0.00	0.00	0.65	-4.464	22.177	4	24.8	
18	35.09	0.00	0.00	0.65	-7.921	22.177	4	24.1	
19	32.22	0.00	0.00	0.65	-11.407	22.177	4	23.0	
20	28.83	0.00	0.00	0.65	-14.937	22.177	4	21.5	
21	24.92	0.00	0.14	0.65	-18.526	22.177	4	19.6	
22	20.49	0.00	0.65	0.65	-22.192	22.177	4	17.2	
23	15.46	0.00	1.39	0.65	-25.957	22.177	4	14.4	
24	9.76	0.00	2.12	0.65	-29.847	22.177	4	11.0	
25	3.31	0.00	2.83	-10.88 - 0.65	-33.381	22.177	4	7.1	

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7.83	3.13	0.00	5.40 - 0.65	61.541	35.000	0	0.0	
2	21.80	3.13	0.00	0.65	55.334	35.000	0	0.0	
3	32.93	3.13	0.00	0.65	49.660	35.000	0	0.0	
4	42.11	3.13	0.00	0.65	44.594	35.000	0	0.0	
5	49.05	3.13	0.00	0.65	39.941	27.000	5	0.3	
6	58.70	3.13	0.00	0.65	35.589	27.000	5	5.2	
7	64.05	3.13	0.00	0.65	31.463	27.000	5	9.5	
8	68.62	3.13	0.00	0.65	27.513	27.000	5	13.1	
9	76.43	0.92	0.00	0.65	23.701	27.000	5	16.1	
10	43.78	0.00	0.00	0.65	19.997	27.000	5	18.7	
11	42.14	0.00	0.00	0.65	16.379	27.000	5	20.8	
12	41.99	0.00	0.00	0.65	12.828	27.000	5	22.5	
13	42.08	0.00	0.00	0.65	9.326	27.000	5	23.7	
14	41.66	0.00	0.00	0.65	5.859	27.000	5	24.6	
15	40.74	0.00	0.00	0.65	2.413	27.000	5	25.0	
16	39.35	0.00	0.00	0.65	-1.024	27.000	5	25.1	
17	37.46	0.00	0.00	0.65	-4.464	27.000	5	24.8	
18	35.09	0.00	0.00	0.65	-7.921	27.000	5	24.1	
19	32.22	0.00	0.00	0.65	-11.407	27.000	5	23.0	
20	28.83	0.00	0.00	0.65	-14.937	27.000	5	21.5	
21	24.92	0.00	0.14	0.65	-18.526	27.000	5	19.6	
22	20.49	0.00	0.65	0.65	-22.192	27.000	5	17.2	
23	15.46	0.00	1.39	0.65	-25.957	27.000	5	14.4	
24	9.76	0.00	2.12	0.65	-29.847	27.000	5	11.0	
25	3.31	0.00	2.83	-10.88 - 0.65	-33.381	27.000	5	7.1	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7.83	3.13	0.00	5.40 - 0.65	61.541	35.000	0	0.0	
2	21.80	3.13	0.00	0.65	55.334	35.000	0	0.0	
3	32.93	3.13	0.00	0.65	49.660	35.000	0	0.0	
4	42.11	3.13	0.00	0.65	44.594	35.000	0	0.0	
5	49.05	3.13	0.00	0.65	39.941	27.000	5	0.3	
6	58.70	3.13	0.00	0.65	35.589	27.000	5	5.2	
7	64.05	3.13	0.00	0.65	31.463	27.000	5	9.5	
8	68.62	3.13	0.00	0.65	27.513	27.000	5	13.1	
9	76.43	0.92	0.00	0.65	23.701	27.000	5	16.1	
10	43.78	0.00	0.00	0.65	19.997	27.000	5	18.7	
11	42.14	0.00	0.00	0.65	16.379	27.000	5	20.8	
12	41.99	0.00	0.00	0.65	12.828	27.000	5	22.5	
13	42.08	0.00	0.00	0.65	9.326	27.000	5	23.7	
14	41.66	0.00	0.00	0.65	5.859	27.000	5	24.6	
15	40.74	0.00	0.00	0.65	2.413	27.000	5	25.0	
16	39.35	0.00	0.00	0.65	-1.024	27.000	5	25.1	
17	37.46	0.00	0.00	0.65	-4.464	27.000	5	24.8	

n°	w [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
18	35.09	0.00	0.00	0.65	-7.921	27.000	5	24.1	
19	32.22	0.00	0.00	0.65	-11.407	27.000	5	23.0	
20	28.83	0.00	0.00	0.65	-14.937	27.000	5	21.5	
21	24.92	0.00	0.14	0.65	-18.526	27.000	5	19.6	
22	20.49	0.00	0.65	0.65	-22.192	27.000	5	17.2	
23	15.46	0.00	1.39	0.65	-25.957	27.000	5	14.4	
24	9.76	0.00	2.12	0.65	-29.847	27.000	5	11.0	
25	3.31	0.00	2.83	-10.88 - 0.65	-33.381	27.000	5	7.1	

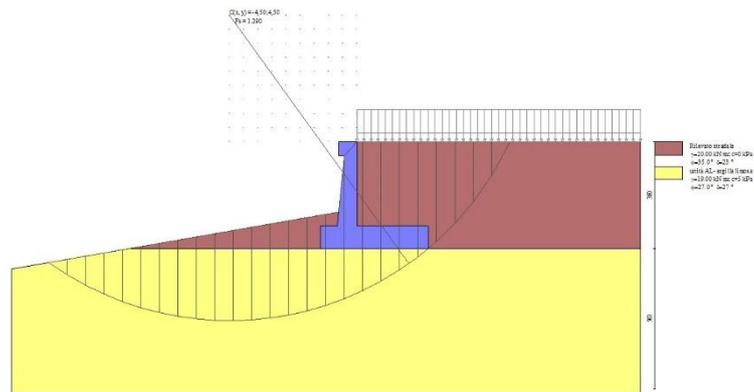


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Cedimenti

Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
X, Y	Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]
w	Cedimento, espressa in [cm]
dw	Cedimento differenziale, espressa in [cm]

Ic	X; Y [m]	w [cm]	dw [cm]
10	-1.30; -3.80	0.794	0.000
10	0.60; -3.80	1.236	0.442
10	2.50; -3.80	0.938	0.144
11	-1.30; -3.80	0.763	0.000
11	0.60; -3.80	1.186	0.422
11	2.50; -3.80	0.899	0.136
12	-1.30; -3.80	0.671	0.000
12	0.60; -3.80	1.036	0.365
12	2.50; -3.80	0.782	0.111

Spostamenti

Simbologia adottata

Cmb	Tipo combinazione
ag,crit	accelerazione critica, espressa in [m/s ²]
Dmax	Spostamento orizzontale massimo, espressa in [cm]

Cmb	ag,crit [m/s ²]	Dmax [cm]
13 - SLEQ H + V	3.5386	0.0007
14 - SLEQ H - V	2.6004	0.0026

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	2.50	0.00	0.25
2	-0.10	3.86	0.80	0.22
3	-0.20	5.26	1.65	0.25
4	-0.30	6.72	2.57	0.36
5	-0.40	8.23	3.54	0.55
6	-0.50	9.78	4.57	0.82
7	-0.60	11.39	5.66	1.19
8	-0.70	13.05	6.81	1.65
9	-0.80	14.75	8.01	2.21
10	-0.90	16.51	9.27	2.87
11	-1.00	18.32	10.60	3.65
12	-1.10	20.18	11.98	4.54
13	-1.20	22.08	13.41	5.56
14	-1.30	24.04	14.91	6.70
15	-1.40	26.05	16.47	7.98
16	-1.50	28.11	18.08	9.40
17	-1.60	30.21	19.75	10.95
18	-1.70	32.37	21.48	12.66
19	-1.80	34.58	23.27	14.52
20	-1.90	36.84	25.12	16.54
21	-2.00	39.15	27.02	18.73
22	-2.10	41.51	28.99	21.08
23	-2.20	43.91	31.01	23.61
24	-2.30	46.37	33.09	26.33
25	-2.40	48.88	35.23	29.22
26	-2.50	51.44	37.43	32.31
27	-2.60	54.05	39.68	35.60
28	-2.70	56.71	42.00	39.09
29	-2.80	59.42	44.37	42.78
30	-2.90	62.18	46.80	46.69
31	-3.00	64.99	49.29	50.82

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	2.62	0.00	0.26
2	-0.10	3.73	0.23	0.26
3	-0.20	4.90	0.52	0.27
4	-0.30	6.13	0.88	0.30
5	-0.40	7.40	1.29	0.36
6	-0.50	8.72	1.77	0.45
7	-0.60	10.10	2.30	0.57
8	-0.70	11.53	2.90	0.74
9	-0.80	13.01	3.56	0.96
10	-0.90	14.54	4.28	1.23
11	-1.00	16.12	5.06	1.57
12	-1.10	17.75	5.91	1.96
13	-1.20	19.44	6.81	2.43
14	-1.30	21.17	7.78	2.98
15	-1.40	22.96	8.81	3.60
16	-1.50	24.80	9.90	4.32
17	-1.60	26.70	11.05	5.13
18	-1.70	28.64	12.26	6.04
19	-1.80	30.63	13.53	7.05
20	-1.90	32.68	14.87	8.17
21	-2.00	34.78	16.27	9.41
22	-2.10	36.93	17.72	10.77
23	-2.20	39.13	19.24	12.26
24	-2.30	41.38	20.82	13.88
25	-2.40	43.69	22.47	15.64
26	-2.50	46.04	24.17	17.55
27	-2.60	48.45	25.93	19.60
28	-2.70	50.91	27.76	21.81
29	-2.80	53.42	29.65	24.18
30	-2.90	55.98	31.60	26.72
31	-3.00	58.60	33.61	29.43

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	2.50	0.00	0.25
2	-0.10	3.53	0.23	0.25
3	-0.20	4.60	0.51	0.26
4	-0.30	5.72	0.85	0.29
5	-0.40	6.88	1.25	0.35
6	-0.50	8.10	1.71	0.44
7	-0.60	9.36	2.22	0.56
8	-0.70	10.67	2.79	0.73
9	-0.80	12.02	3.41	0.94
10	-0.90	13.42	4.09	1.21
11	-1.00	14.87	4.83	1.53

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
12	-1.10	16.37	5.63	1.91
13	-1.20	17.92	6.48	2.36
14	-1.30	19.51	7.39	2.88
15	-1.40	21.15	8.35	3.48
16	-1.50	22.83	9.38	4.17
17	-1.60	24.57	10.45	4.94
18	-1.70	26.35	11.59	5.80
19	-1.80	28.18	12.78	6.76
20	-1.90	30.05	14.03	7.83
21	-2.00	31.98	15.34	9.01
22	-2.10	33.95	16.70	10.30
23	-2.20	35.97	18.12	11.71
24	-2.30	38.03	19.60	13.24
25	-2.40	40.14	21.13	14.90
26	-2.50	42.30	22.72	16.70
27	-2.60	44.51	24.36	18.64
28	-2.70	46.76	26.07	20.72
29	-2.80	49.07	27.83	22.96
30	-2.90	51.41	29.64	25.35
31	-3.00	53.81	31.52	27.90

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	2.50	0.00	0.25
2	-0.10	3.76	0.58	0.23
3	-0.20	5.07	1.20	0.25
4	-0.30	6.42	1.87	0.32
5	-0.40	7.82	2.59	0.46
6	-0.50	9.26	3.35	0.65
7	-0.60	10.74	4.15	0.91
8	-0.70	12.27	5.00	1.24
9	-0.80	13.84	5.89	1.64
10	-0.90	15.46	6.83	2.11
11	-1.00	17.12	7.81	2.67
12	-1.10	18.82	8.84	3.31
13	-1.20	20.57	9.91	4.05
14	-1.30	22.37	11.03	4.87
15	-1.40	24.21	12.19	5.79
16	-1.50	26.09	13.40	6.82
17	-1.60	28.01	14.65	7.95
18	-1.70	29.99	15.95	9.19
19	-1.80	32.00	17.29	10.54
20	-1.90	34.06	18.68	12.01
21	-2.00	36.17	20.11	13.61
22	-2.10	38.31	21.59	15.32
23	-2.20	40.51	23.11	17.17
24	-2.30	42.74	24.68	19.16
25	-2.40	45.03	26.29	21.28
26	-2.50	47.35	27.94	23.54
27	-2.60	49.72	29.64	25.95
28	-2.70	52.14	31.39	28.51
29	-2.80	54.59	33.18	31.22
30	-2.90	57.10	35.02	34.09
31	-3.00	59.64	36.90	37.13

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	2.50	0.00	0.25
2	-0.10	3.72	0.47	0.23
3	-0.20	4.97	0.98	0.25
4	-0.30	6.28	1.54	0.31
5	-0.40	7.62	2.14	0.41
6	-0.50	9.01	2.79	0.56
7	-0.60	10.45	3.48	0.77
8	-0.70	11.93	4.21	1.04
9	-0.80	13.45	4.99	1.37
10	-0.90	15.02	5.82	1.76
11	-1.00	16.63	6.69	2.23
12	-1.10	18.29	7.61	2.77
13	-1.20	19.99	8.57	3.39
14	-1.30	21.74	9.57	4.09
15	-1.40	23.53	10.62	4.88
16	-1.50	25.36	11.72	5.76
17	-1.60	27.24	12.86	6.73
18	-1.70	29.16	14.04	7.80
19	-1.80	31.13	15.27	8.98
20	-1.90	33.14	16.55	10.26
21	-2.00	35.20	17.87	11.65
22	-2.10	37.30	19.23	13.16
23	-2.20	39.44	20.64	14.79
24	-2.30	41.63	22.09	16.54
25	-2.40	43.86	23.59	18.42
26	-2.50	46.14	25.14	20.43

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
27	-2.60	48.46	26.73	22.57
28	-2.70	50.83	28.36	24.86
29	-2.80	53.24	30.04	27.28
30	-2.90	55.69	31.76	29.86
31	-3.00	58.19	33.53	32.59

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	2.50	0.00	0.25
2	-0.10	3.57	0.13	0.24
3	-0.20	4.68	0.31	0.24
4	-0.30	5.84	0.53	0.25
5	-0.40	7.04	0.79	0.27
6	-0.50	8.29	1.10	0.31
7	-0.60	9.58	1.46	0.37
8	-0.70	10.91	1.86	0.45
9	-0.80	12.29	2.30	0.57
10	-0.90	13.71	2.79	0.72
11	-1.00	15.18	3.32	0.91
12	-1.10	16.69	3.90	1.14
13	-1.20	18.25	4.53	1.42
14	-1.30	19.85	5.20	1.75
15	-1.40	21.50	5.91	2.13
16	-1.50	23.18	6.67	2.57
17	-1.60	24.92	7.47	3.07
18	-1.70	26.70	8.32	3.64
19	-1.80	28.52	9.21	4.28
20	-1.90	30.38	10.15	5.00
21	-2.00	32.29	11.13	5.79
22	-2.10	34.25	12.16	6.67
23	-2.20	36.25	13.23	7.63
24	-2.30	38.29	14.35	8.69
25	-2.40	40.38	15.51	9.84
26	-2.50	42.51	16.72	11.08
27	-2.60	44.69	17.97	12.44
28	-2.70	46.91	19.27	13.90
29	-2.80	49.17	20.61	15.47
30	-2.90	51.48	22.00	17.16
31	-3.00	53.84	23.43	18.96

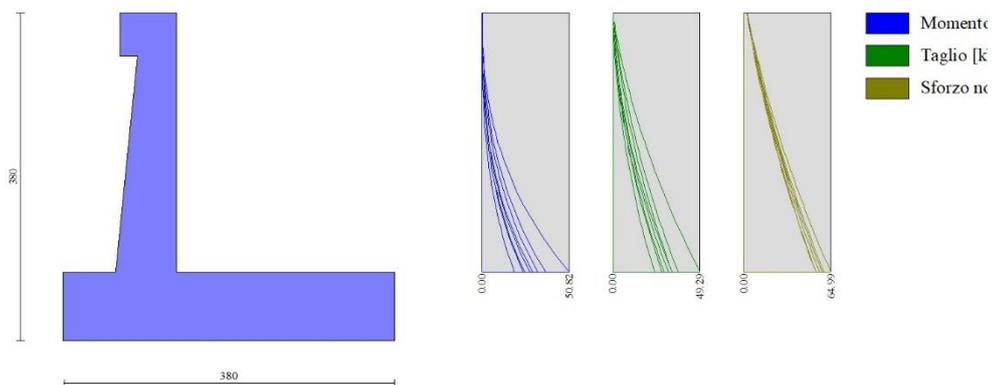


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Mensola valle

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.65	0.00	0.00	0.00
2	-0.58	0.00	0.83	0.03
3	-0.52	0.00	1.67	0.11
4	-0.45	0.00	2.50	0.25

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
----	---	---	---	---

	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-0.65	0.00	0.00	0.00
2	-0.58	0.00	0.87	0.03
3	-0.52	0.00	1.74	0.12
4	-0.45	0.00	2.62	0.26

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.65	0.00	0.00	0.00
2	-0.58	0.00	0.83	0.03
3	-0.52	0.00	1.67	0.11
4	-0.45	0.00	2.50	0.25

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.65	0.00	0.00	0.00
2	-0.58	0.00	0.83	0.03
3	-0.52	0.00	1.67	0.11
4	-0.45	0.00	2.50	0.25

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.65	0.00	0.00	0.00
2	-0.58	0.00	0.83	0.03
3	-0.52	0.00	1.67	0.11
4	-0.45	0.00	2.50	0.25

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.65	0.00	0.00	0.00
2	-0.58	0.00	0.83	0.03
3	-0.52	0.00	1.67	0.11
4	-0.45	0.00	2.50	0.25



Fig. 9 - Mensola valle (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.30	0.00	0.00	0.00
2	-1.20	0.00	5.61	0.28
3	-1.10	0.00	11.37	1.13
4	-1.00	0.00	17.26	2.56
5	-0.90	0.00	23.28	4.58
6	-0.80	0.00	29.45	7.22
7	-0.70	0.00	35.76	10.48
8	0.00	0.00	-53.91	-49.42

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
9	0.10	0.00	-50.10	-44.23
10	0.20	0.00	-46.43	-39.40
11	0.30	0.00	-42.89	-34.93
12	0.40	0.00	-39.49	-30.82
13	0.50	0.00	-36.23	-27.03
14	0.60	0.00	-33.11	-23.57
15	0.70	0.00	-30.12	-20.41
16	0.80	0.00	-27.28	-17.54
17	0.90	0.00	-24.57	-14.95
18	1.00	0.00	-22.00	-12.62
19	1.10	0.00	-19.57	-10.54
20	1.20	0.00	-17.27	-8.70
21	1.30	0.00	-15.12	-7.08
22	1.40	0.00	-13.10	-5.67
23	1.50	0.00	-11.22	-4.46
24	1.60	0.00	-9.47	-3.42
25	1.70	0.00	-7.87	-2.56
26	1.80	0.00	-6.40	-1.85
27	1.90	0.00	-5.07	-1.27
28	2.00	0.00	-3.88	-0.83
29	2.10	0.00	-2.83	-0.49
30	2.20	0.00	-1.92	-0.26
31	2.30	0.00	-1.14	-0.10
32	2.40	0.00	-0.50	-0.02
33	2.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.30	0.00	0.00	0.00
2	-1.20	0.00	6.32	0.32
3	-1.10	0.00	12.63	1.26
4	-1.00	0.00	18.94	2.84
5	-0.90	0.00	25.25	5.05
6	-0.80	0.00	31.57	7.89
7	-0.70	0.00	37.87	11.36
8	0.00	0.00	-4.97	-6.40
9	0.10	0.00	-4.79	-5.91
10	0.20	0.00	-4.61	-5.44
11	0.30	0.00	-4.42	-4.99
12	0.40	0.00	-4.24	-4.55
13	0.50	0.00	-4.05	-4.14
14	0.60	0.00	-3.86	-3.75
15	0.70	0.00	-3.67	-3.37
16	0.80	0.00	-3.48	-3.01
17	0.90	0.00	-3.28	-2.67
18	1.00	0.00	-3.09	-2.36
19	1.10	0.00	-2.89	-2.06
20	1.20	0.00	-2.69	-1.78
21	1.30	0.00	-2.50	-1.52
22	1.40	0.00	-2.30	-1.28
23	1.50	0.00	-2.09	-1.06
24	1.60	0.00	-1.89	-0.86
25	1.70	0.00	-1.69	-0.68
26	1.80	0.00	-1.48	-0.52
27	1.90	0.00	-1.27	-0.38
28	2.00	0.00	-1.06	-0.27
29	2.10	0.00	-0.85	-0.17
30	2.20	0.00	-0.64	-0.10
31	2.30	0.00	-0.43	-0.04
32	2.40	0.00	-0.22	-0.01
33	2.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.30	0.00	0.00	0.00
2	-1.20	0.00	5.78	0.29
3	-1.10	0.00	11.56	1.16
4	-1.00	0.00	17.32	2.60
5	-0.90	0.00	23.07	4.62
6	-0.80	0.00	28.81	7.21
7	-0.70	0.00	34.53	10.38
8	0.00	0.00	-24.49	-32.09
9	0.10	0.00	-23.65	-29.69
10	0.20	0.00	-22.79	-27.36
11	0.30	0.00	-21.93	-25.13
12	0.40	0.00	-21.05	-22.98
13	0.50	0.00	-20.16	-20.92
14	0.60	0.00	-19.26	-18.95
15	0.70	0.00	-18.35	-17.07
16	0.80	0.00	-17.43	-15.28
17	0.90	0.00	-16.49	-13.58
18	1.00	0.00	-15.55	-11.98
19	1.10	0.00	-14.59	-10.47

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
20	1.20	0.00	-13.62	-9.06
21	1.30	0.00	-12.64	-7.75
22	1.40	0.00	-11.65	-6.53
23	1.50	0.00	-10.65	-5.42
24	1.60	0.00	-9.63	-4.40
25	1.70	0.00	-8.61	-3.49
26	1.80	0.00	-7.57	-2.68
27	1.90	0.00	-6.53	-1.98
28	2.00	0.00	-5.47	-1.38
29	2.10	0.00	-4.40	-0.89
30	2.20	0.00	-3.31	-0.50
31	2.30	0.00	-2.22	-0.22
32	2.40	0.00	-1.12	-0.06
33	2.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.30	0.00	0.00	0.00
2	-1.20	0.00	4.89	0.24
3	-1.10	0.00	9.90	0.98
4	-1.00	0.00	15.06	2.23
5	-0.90	0.00	20.34	4.00
6	-0.80	0.00	25.76	6.30
7	-0.70	0.00	31.31	9.15
8	0.00	0.00	-6.71	8.94
9	0.10	0.00	-4.85	9.51
10	0.20	0.00	-3.12	9.91
11	0.30	0.00	-1.52	10.14
12	0.40	0.00	-0.05	10.22
13	0.50	0.00	1.28	10.15
14	0.60	0.00	2.48	9.96
15	0.70	0.00	3.55	9.66
16	0.80	0.00	4.48	9.26
17	0.90	0.00	5.28	8.77
18	1.00	0.00	5.95	8.21
19	1.10	0.00	6.49	7.58
20	1.20	0.00	6.89	6.91
21	1.30	0.00	7.16	6.21
22	1.40	0.00	7.29	5.49
23	1.50	0.00	7.29	4.76
24	1.60	0.00	7.16	4.03
25	1.70	0.00	6.90	3.33
26	1.80	0.00	6.50	2.66
27	1.90	0.00	5.97	2.03
28	2.00	0.00	5.31	1.47
29	2.10	0.00	4.51	0.97
30	2.20	0.00	3.59	0.57
31	2.30	0.00	2.52	0.26
32	2.40	0.00	1.33	0.07
33	2.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.30	0.00	0.00	0.00
2	-1.20	0.00	4.65	0.23
3	-1.10	0.00	9.43	0.93
4	-1.00	0.00	14.33	2.12
5	-0.90	0.00	19.35	3.80
6	-0.80	0.00	24.51	6.00
7	-0.70	0.00	29.78	8.71
8	0.00	0.00	-4.90	10.21
9	0.10	0.00	-3.20	10.61
10	0.20	0.00	-1.62	10.85
11	0.30	0.00	-0.17	10.94
12	0.40	0.00	1.15	10.89
13	0.50	0.00	2.35	10.71
14	0.60	0.00	3.43	10.42
15	0.70	0.00	4.37	10.03
16	0.80	0.00	5.20	9.55
17	0.90	0.00	5.89	8.99
18	1.00	0.00	6.47	8.38
19	1.10	0.00	6.91	7.71
20	1.20	0.00	7.23	7.00
21	1.30	0.00	7.43	6.26
22	1.40	0.00	7.50	5.52
23	1.50	0.00	7.45	4.77
24	1.60	0.00	7.26	4.03
25	1.70	0.00	6.96	3.32
26	1.80	0.00	6.53	2.64
27	1.90	0.00	5.97	2.02
28	2.00	0.00	5.29	1.45
29	2.10	0.00	4.48	0.96
30	2.20	0.00	3.55	0.56

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
31	2.30	0.00	2.49	0.26
32	2.40	0.00	1.31	0.07
33	2.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.30	0.00	0.00	0.00
2	-1.20	0.00	3.94	0.20
3	-1.10	0.00	7.99	0.79
4	-1.00	0.00	12.14	1.80
5	-0.90	0.00	16.39	3.22
6	-0.80	0.00	20.75	5.08
7	-0.70	0.00	25.20	7.38
8	0.00	0.00	0.55	14.01
9	0.10	0.00	1.76	13.90
10	0.20	0.00	2.86	13.67
11	0.30	0.00	3.86	13.33
12	0.40	0.00	4.76	12.90
13	0.50	0.00	5.56	12.38
14	0.60	0.00	6.25	11.79
15	0.70	0.00	6.84	11.13
16	0.80	0.00	7.33	10.42
17	0.90	0.00	7.72	9.67
18	1.00	0.00	8.01	8.88
19	1.10	0.00	8.19	8.07
20	1.20	0.00	8.27	7.25
21	1.30	0.00	8.25	6.42
22	1.40	0.00	8.12	5.60
23	1.50	0.00	7.90	4.80
24	1.60	0.00	7.57	4.03
25	1.70	0.00	7.13	3.29
26	1.80	0.00	6.60	2.60
27	1.90	0.00	5.96	1.97
28	2.00	0.00	5.23	1.41
29	2.10	0.00	4.39	0.93
30	2.20	0.00	3.44	0.54
31	2.30	0.00	2.40	0.25
32	2.40	0.00	1.25	0.06
33	2.50	0.00	0.00	0.00

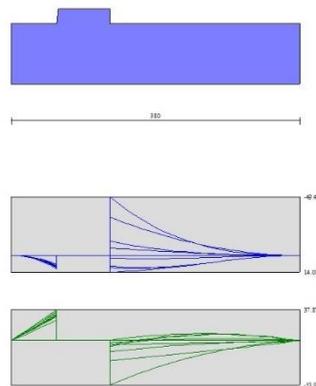


Fig. 10 - Fondazione (Involuppo)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	77.65	23.33	71.30	30.75	2.50	-2.27
	Peso/Inerzia muro			0.00	120.03/0.00	0.27	-2.72
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	235.50/0.00	1.25	-1.50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	39.75	23.33	36.50	15.74	2.50	-2.46
	Incremento di spinta sismica		10.86	9.98	4.30	2.50	-2.53
	Peso/Inerzia muro			10.98	120.03/5.49	0.27	-2.72
	Peso/Inerzia terrapieno			14.82	162.00/7.41	1.25	-1.50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

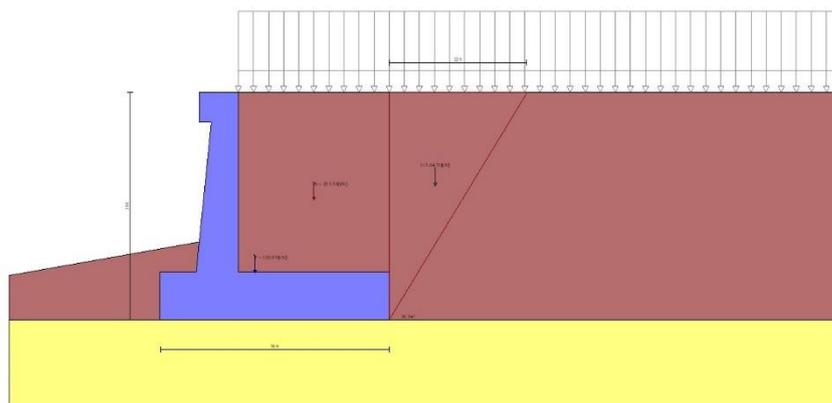


Fig. 11 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

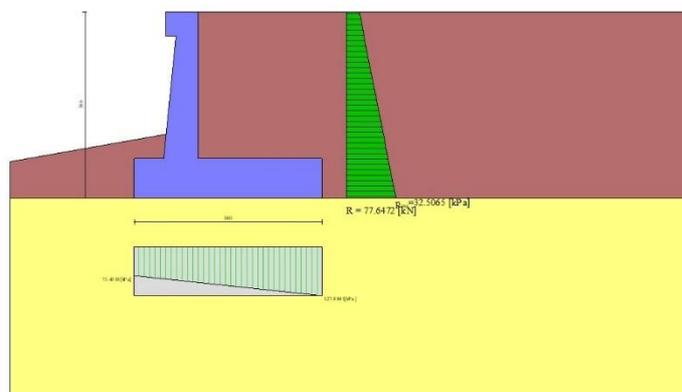


Fig. 12 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

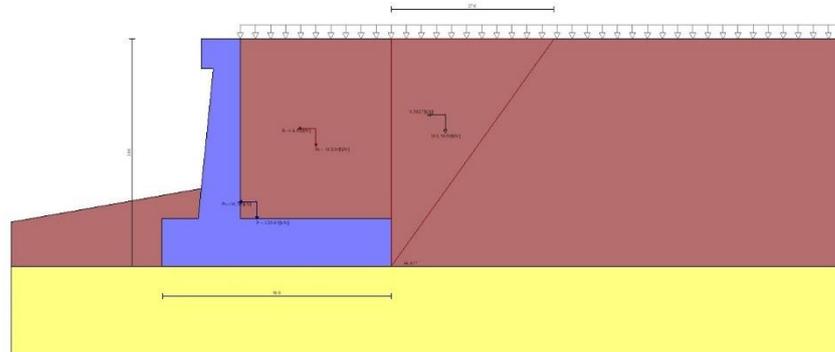


Fig. 13 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

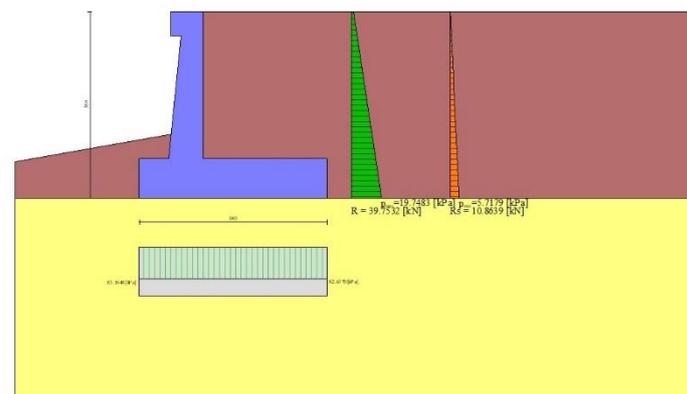


Fig. 14 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	386.28	71.30	108.79	905.69	-0.163
2 - STR (A1-M1-R3)	314.98	72.28	107.42	705.15	0.002
3 - STR (A1-M1-R3)	287.77	69.02	130.80	672.30	0.018
4 - GEO (A2-M2-R2)	368.66	74.00	114.11	854.25	-0.108
5 - GEO (A2-M2-R2)	314.98	72.28	107.42	705.15	0.002
6 - GEO (A2-M2-R2)	287.77	69.02	130.80	672.30	0.018
7 - EQU (A1-M1-R3)	386.28	71.30	108.79	905.69	-0.163
8 - EQU (A1-M1-R3)	323.85	90.80	137.50	728.11	0.076
9 - EQU (A1-M1-R3)	283.12	86.10	172.82	679.14	0.111
10 - SLEF	355.13	53.56	81.24	816.71	-0.171
11 - SLEF	340.79	49.30	73.14	777.86	-0.168
12 - SLEQ	297.77	36.50	48.83	661.29	-0.157
13 - SLEQ	307.37	56.45	81.56	685.66	-0.066
14 - SLEQ	292.04	54.58	94.69	667.11	-0.060

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

	Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)			2.761		3.197			
2 - STR (A1-M1-R3)		H + V	2.220		4.378			
3 - STR (A1-M1-R3)		H - V	2.124		4.465			
4 - GEO (A2-M2-R2)						1.290		
5 - GEO (A2-M2-R2)		H + V				1.482		
6 - GEO (A2-M2-R2)		H - V				1.437		
7 - EQU (A1-M1-R3)				8.325				
8 - EQU (A1-M1-R3)		H + V		5.295				
9 - EQU (A1-M1-R3)		H - V		3.930				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

	n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)		196.82	0.00	0.00	--	--	196.82	71.30	2.761
3 - STR (A1-M1-R3) H - V		146.63	0.00	0.00	--	--	146.63	69.02	2.124

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limie e carico agente al piano di posa)

	n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)		386.28	1235.13	882.24	3.197
2 - STR (A1-M1-R3) H + V		314.98	1379.03	1149.19	4.378

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5By/N, viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	23.942 13.199	0.781 0.781	1.102 1.051	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	0.793	0.930

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
	9.463	0.375	1.051	--	--	--	--				
2	23.942	0.733	1.102	--	--	--	--	--	--	0.977	0.930
	13.199	0.733	1.051	--	--	--	--				
	9.463	0.272	1.051	--	--	--	--				

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [kPa]
1	1.19	3.80	3.10	9.56	27.00	5
2	1.19	3.80	3.10	9.56	27.00	5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	905.69	108.79	8.325
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	679.14	172.82	3.930

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
 R Raggio, espresso in [m]
 FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	10.87	1.290
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	10.87	1.437

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
 W peso della striscia espresso in [kN]
 Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7.83	19.05	0.00	5.40 - 0.65	61.541	29.256	0	0.0	
2	21.80	19.05	0.00	0.65	55.334	29.256	0	0.0	
3	32.93	19.05	0.00	0.65	49.660	29.256	0	0.0	
4	42.11	19.05	0.00	0.65	44.594	29.256	0	0.0	
5	49.05	19.05	0.00	0.65	39.941	22.177	4	0.3	
6	58.70	19.05	0.00	0.65	35.589	22.177	4	5.2	
7	64.05	19.05	0.00	0.65	31.463	22.177	4	9.5	
8	68.62	19.05	0.00	0.65	27.513	22.177	4	13.1	
9	76.43	5.61	0.00	0.65	23.701	22.177	4	16.1	
10	43.78	0.00	0.00	0.65	19.997	22.177	4	18.7	
11	42.14	0.00	0.00	0.65	16.379	22.177	4	20.8	
12	41.99	0.00	0.00	0.65	12.828	22.177	4	22.5	
13	42.08	0.00	0.00	0.65	9.326	22.177	4	23.7	
14	41.66	0.00	0.00	0.65	5.859	22.177	4	24.6	
15	40.74	0.00	0.00	0.65	2.413	22.177	4	25.0	
16	39.35	0.00	0.00	0.65	-1.024	22.177	4	25.1	
17	37.46	0.00	0.00	0.65	-4.464	22.177	4	24.8	
18	35.09	0.00	0.00	0.65	-7.921	22.177	4	24.1	
19	32.22	0.00	0.00	0.65	-11.407	22.177	4	23.0	
20	28.83	0.00	0.00	0.65	-14.937	22.177	4	21.5	
21	24.92	0.00	0.14	0.65	-18.526	22.177	4	19.6	
22	20.49	0.00	0.65	0.65	-22.192	22.177	4	17.2	
23	15.46	0.00	1.39	0.65	-25.957	22.177	4	14.4	
24	9.76	0.00	2.12	0.65	-29.847	22.177	4	11.0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
25	3.31	0.00	2.83	-10.88 - 0.65	-33.381	22.177	4	7.1	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7.83	3.13	0.00	5.40 - 0.65	61.541	35.000	0	0.0	
2	21.80	3.13	0.00	0.65	55.334	35.000	0	0.0	
3	32.93	3.13	0.00	0.65	49.660	35.000	0	0.0	
4	42.11	3.13	0.00	0.65	44.594	35.000	0	0.0	
5	49.05	3.13	0.00	0.65	39.941	27.000	5	0.3	
6	58.70	3.13	0.00	0.65	35.589	27.000	5	5.2	
7	64.05	3.13	0.00	0.65	31.463	27.000	5	9.5	
8	68.62	3.13	0.00	0.65	27.513	27.000	5	13.1	
9	76.43	0.92	0.00	0.65	23.701	27.000	5	16.1	
10	43.78	0.00	0.00	0.65	19.997	27.000	5	18.7	
11	42.14	0.00	0.00	0.65	16.379	27.000	5	20.8	
12	41.99	0.00	0.00	0.65	12.828	27.000	5	22.5	
13	42.08	0.00	0.00	0.65	9.326	27.000	5	23.7	
14	41.66	0.00	0.00	0.65	5.859	27.000	5	24.6	
15	40.74	0.00	0.00	0.65	2.413	27.000	5	25.0	
16	39.35	0.00	0.00	0.65	-1.024	27.000	5	25.1	
17	37.46	0.00	0.00	0.65	-4.464	27.000	5	24.8	
18	35.09	0.00	0.00	0.65	-7.921	27.000	5	24.1	
19	32.22	0.00	0.00	0.65	-11.407	27.000	5	23.0	
20	28.83	0.00	0.00	0.65	-14.937	27.000	5	21.5	
21	24.92	0.00	0.14	0.65	-18.526	27.000	5	19.6	
22	20.49	0.00	0.65	0.65	-22.192	27.000	5	17.2	
23	15.46	0.00	1.39	0.65	-25.957	27.000	5	14.4	
24	9.76	0.00	2.12	0.65	-29.847	27.000	5	11.0	
25	3.31	0.00	2.83	-10.88 - 0.65	-33.381	27.000	5	7.1	

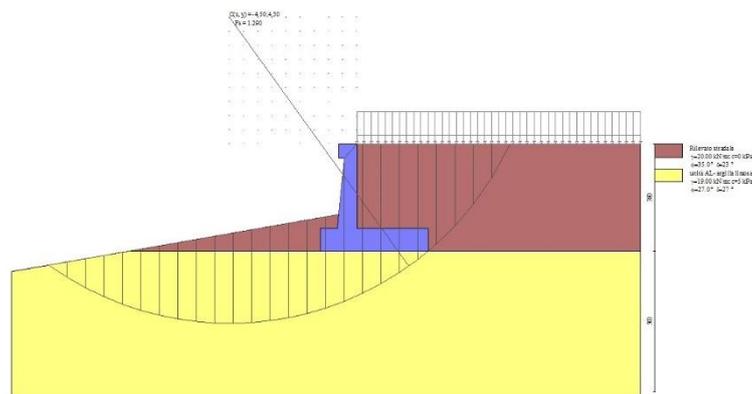


Fig. 15 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Cedimenti

Simbologia adottata

- Ic Indice combinazione
- X, Y Punto di calcolo del cedimento, espressa in [m]
- w Cedimento, espressa in [cm]
- dw Cedimento differenziale, espressa in [cm]

Ic	X; Y [m]	w [cm]	dw [cm]
10	-1.30; -3.80	0.794	0.000
10	0.60; -3.80	1.236	0.442
10	2.50; -3.80	0.938	0.144

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	2.50	2.62	0.00	0.00	0.25	0.26
2	-0.10	3.53	3.86	0.13	0.80	0.22	0.26
3	-0.20	4.60	5.26	0.31	1.65	0.24	0.27
4	-0.30	5.72	6.72	0.53	2.57	0.25	0.36
5	-0.40	6.88	8.23	0.79	3.54	0.27	0.55
6	-0.50	8.10	9.78	1.10	4.57	0.31	0.82
7	-0.60	9.36	11.39	1.46	5.66	0.37	1.19
8	-0.70	10.67	13.05	1.86	6.81	0.45	1.65
9	-0.80	12.02	14.75	2.30	8.01	0.57	2.21
10	-0.90	13.42	16.51	2.79	9.27	0.72	2.87
11	-1.00	14.87	18.32	3.32	10.60	0.91	3.65
12	-1.10	16.37	20.18	3.90	11.98	1.14	4.54
13	-1.20	17.92	22.08	4.53	13.41	1.42	5.56
14	-1.30	19.51	24.04	5.20	14.91	1.75	6.70
15	-1.40	21.15	26.05	5.91	16.47	2.13	7.98
16	-1.50	22.83	28.11	6.67	18.08	2.57	9.40
17	-1.60	24.57	30.21	7.47	19.75	3.07	10.95
18	-1.70	26.35	32.37	8.32	21.48	3.64	12.66
19	-1.80	28.18	34.58	9.21	23.27	4.28	14.52
20	-1.90	30.05	36.84	10.15	25.12	5.00	16.54
21	-2.00	31.98	39.15	11.13	27.02	5.79	18.73
22	-2.10	33.95	41.51	12.16	28.99	6.67	21.08
23	-2.20	35.97	43.91	13.23	31.01	7.63	23.61
24	-2.30	38.03	46.37	14.35	33.09	8.69	26.33
25	-2.40	40.14	48.88	15.51	35.23	9.84	29.22
26	-2.50	42.30	51.44	16.72	37.43	11.08	32.31
27	-2.60	44.51	54.05	17.97	39.68	12.44	35.60
28	-2.70	46.76	56.71	19.27	42.00	13.90	39.09
29	-2.80	49.07	59.42	20.61	44.37	15.47	42.78
30	-2.90	51.41	62.18	22.00	46.80	17.16	46.69
31	-3.00	53.81	64.99	23.43	49.29	18.96	50.82

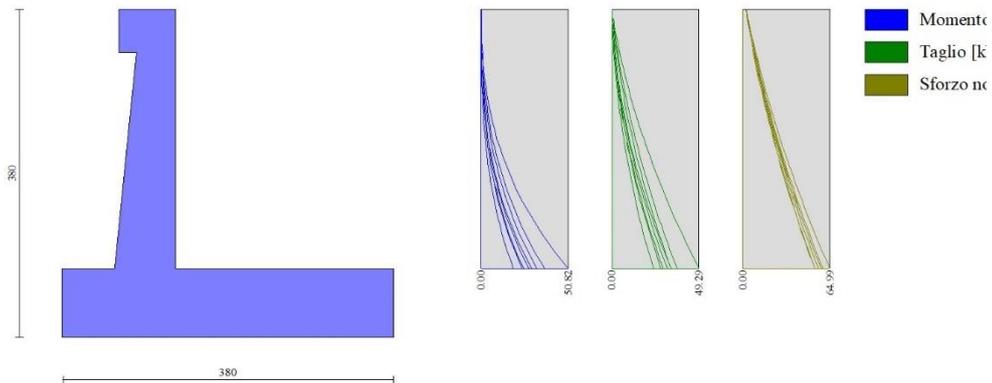


Fig. 16 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.58	0.00	0.00	0.83	0.87	0.03	0.03
3	-0.52	0.00	0.00	1.67	1.74	0.11	0.12
4	-0.45	0.00	0.00	2.50	2.62	0.25	0.26



Fig. 17 - Mensola valle

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	-1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.20	0.00	0.00	3.94	6.32	0.20	0.32
3	-1.10	0.00	0.00	7.99	12.63	0.79	1.26
4	-1.00	0.00	0.00	12.14	18.94	1.80	2.84
5	-0.90	0.00	0.00	16.39	25.25	3.22	5.05
6	-0.80	0.00	0.00	20.75	31.57	5.08	7.89
7	-0.70	0.00	0.00	25.20	37.87	7.38	11.36
8	0.00	0.00	0.00	-53.91	0.55	-49.42	14.01
9	0.10	0.00	0.00	-50.10	1.76	-44.23	13.90
10	0.20	0.00	0.00	-46.43	2.86	-39.40	13.67
11	0.30	0.00	0.00	-42.89	3.86	-34.93	13.33
12	0.40	0.00	0.00	-39.49	4.76	-30.82	12.90
13	0.50	0.00	0.00	-36.23	5.56	-27.03	12.38
14	0.60	0.00	0.00	-33.11	6.25	-23.57	11.79
15	0.70	0.00	0.00	-30.12	6.84	-20.41	11.13
16	0.80	0.00	0.00	-27.28	7.33	-17.54	10.42
17	0.90	0.00	0.00	-24.57	7.72	-14.95	9.67
18	1.00	0.00	0.00	-22.00	8.01	-12.62	8.88
19	1.10	0.00	0.00	-19.57	8.19	-10.54	8.07
20	1.20	0.00	0.00	-17.27	8.27	-9.06	7.25
21	1.30	0.00	0.00	-15.12	8.25	-7.75	6.42
22	1.40	0.00	0.00	-13.10	8.12	-6.53	5.60
23	1.50	0.00	0.00	-11.22	7.90	-5.42	4.80
24	1.60	0.00	0.00	-9.63	7.57	-4.40	4.03
25	1.70	0.00	0.00	-8.61	7.13	-3.49	3.33
26	1.80	0.00	0.00	-7.57	6.60	-2.68	2.66
27	1.90	0.00	0.00	-6.53	5.97	-1.98	2.03
28	2.00	0.00	0.00	-5.47	5.31	-1.38	1.47
29	2.10	0.00	0.00	-4.40	4.51	-0.89	0.97
30	2.20	0.00	0.00	-3.31	3.59	-0.50	0.57
31	2.30	0.00	0.00	-2.22	2.52	-0.22	0.26
32	2.40	0.00	0.00	-1.12	1.33	-0.06	0.07
33	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

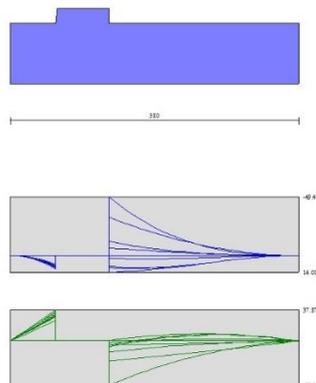


Fig. 18 - Fondazione

10.3.2 Condizione eccezionale d'urto

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R_{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	25.0000	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk} [kPa]	f_{uk} [kPa]
B450C	450000	540000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	10.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Falda

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n° numero ordine del punto
X ascissa del punto espressa in [m]
Y ordinata del punto espressa in [m]
A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-4.00	-3.80	0.000
2	10.00	-3.80	0.000

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 10.00 [m]

Paramento

Materiale C32/40
Altezza paramento 3.00 [m]
Altezza paramento libero 2.50 [m]
Spessore in sommità 0.40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione 0.70 [m]
Inclinazione paramento esterno 5.70 [°]
Inclinazione paramento interno 0.00 [°]

Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro 0.00 [m]
Lunghezza 0.25 [m]
Spessore all'estremità libera 0.50 [m]
Spessore all'incastro 0.50 [m]

Fondazione

Materiale C32/40
Lunghezza mensola di valle 0.60 [m]
Lunghezza mensola di monte 2.50 [m]
Lunghezza totale 3.80 [m]
Inclinazione piano di posa 0.00 [°]
Spessore 0.80 [m]
Spessore magrone 0.00 [m]

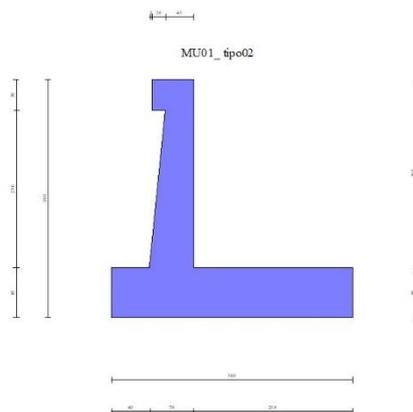


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	---	---
2	unità GS	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	---	---
3	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	---	---

Parametri di deformabilità

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
Ed	Modulo edometrico, espresso in [kPa]
CR	Rapporto di compressione
RR	Rapporto di ricomprensione
OCR	Grado di sovraconsolidazione

n°	Descr	E [kPa]	ν	Ed [kPa]	CR	RR	OCR
1	Rilevato stradale	50000	0.300	0	0.000	0.000	1.000
2	unità GS	20000	0.300	0	0.000	0.000	1.000
3	unità AL- argilla limosa	40000	0.300	0	0.000	0.000	1.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	3.80	0.000	Rilevato stradale	---	---	---	---	---
2	5.00	0.000	unità AL- argilla limosa	---	---	---	---	---

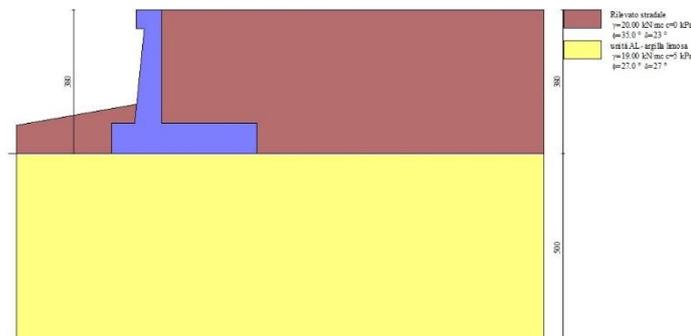


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Pavimentazione/marciapiede) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	10.00	4.8000	4.8000

Condizione n° 2 (urto) - ECCEZIONALE

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.40; 0.00	28.0000	0.0000	28.0000				

Condizione n° 3 (Condizione 3) - VARIABILE

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2	
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Combinazioni statiche	Combinazioni sismiche
-----------	-----------------------	-----------------------

		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coazione efficace	γ_c	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_v	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

$$G_1 + G_2 + A_d + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - ECC

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Pavimentazione/marciapiede	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune

Poggio San Lorenzo

Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.252955
Longitudine	12.845236
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_0	[m/s ²]		2.000	0.905
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.204	0.092
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.452	2.437
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.336	0.296
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

	Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo		0.380	9.297	4.648
Ultimo - Ribaltamento		0.570	13.945	6.972
Esercizio		0.470	5.204	2.602

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale
 Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_c$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Metodo di calcolo delle tensioni	Boussinesq
Metodo di calcolo dei cedimenti	Elastico
Profondità calcolo cedimenti	Automatica
ΔH massimo suddivisione strati	0.50 [m]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	39.75	23.33	36.50	15.74	2.50	-2.46
	Peso/Inerzia muro			0.00	120.03/0.00	0.27	-2.72
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	162.00/0.00	1.25	-1.50
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	5.26	-0.99	-2.78
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle			0.00	0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			28.00	0.00	--	--
4	Spinta statica	39.75	23.33	36.50	15.74	2.50	-2.46
	Peso/Inerzia muro			0.00	120.03/0.00	0.27	-2.72
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	162.00/0.00	1.25	-1.50
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	5.26	-0.99	-2.78
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle			0.00	0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			28.00	0.00	--	--

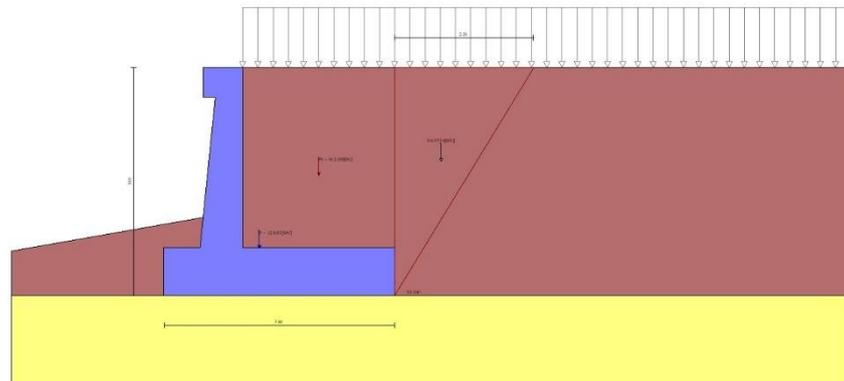


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

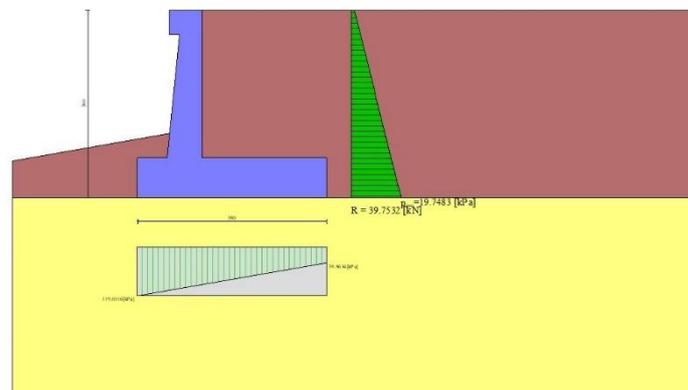


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	303.03	64.50	183.23	662.93	0.317
2 - GEO (A2-M2-R2)	303.03	64.50	183.23	662.93	0.317
3 - EQU (A1-M1-R3)	303.03	64.50	183.23	662.93	0.317
4 - ECC	303.03	64.50	183.23	662.93	0.317

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.394		3.436			
2 - GEO (A2-M2-R2)					1.876		
3 - EQU (A1-M1-R3)			3.618				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	154.40	0.00	0.00	--	--	154.40	64.50	2.394

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limie e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	303.03	1041.27	743.77	3.436

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N _γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i _γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d _γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g _γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b _γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s _γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p _γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof

Ir, Irc Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
 r_y Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_y N_y$ viene moltiplicato per questo fattore
D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H Altezza del cono di rottura, espresso in [m]
 γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
 ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	r_y
1	23.942 13.199 9.463	0.751 0.751 0.308	1.102 1.051 1.051	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.711	0.930

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [kPa]
1	1.19	3.80	3.10	9.56	27.00	5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
3 - EQU (A1-M1-R3)	662.93	183.23	3.618

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	10.87	1.876

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kN]
Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7.83	3.13	0.00	5.40 - 0.65	61.541	35.000	0	0.0	
2	21.80	3.13	0.00	0.65	55.334	35.000	0	0.0	
3	32.93	3.13	0.00	0.65	49.660	35.000	0	0.0	
4	42.11	3.13	0.00	0.65	44.594	35.000	0	0.0	
5	49.05	3.13	0.00	0.65	39.941	27.000	5	0.3	
6	58.70	3.13	0.00	0.65	35.589	27.000	5	5.2	
7	64.05	3.13	0.00	0.65	31.463	27.000	5	9.5	
8	68.62	3.13	0.00	0.65	27.513	27.000	5	13.1	
9	76.43	0.92	0.00	0.65	23.701	27.000	5	16.1	
10	43.78	0.00	0.00	0.65	19.997	27.000	5	18.7	
11	42.14	0.00	0.00	0.65	16.379	27.000	5	20.8	
12	41.99	0.00	0.00	0.65	12.828	27.000	5	22.5	
13	42.08	0.00	0.00	0.65	9.326	27.000	5	23.7	
14	41.66	0.00	0.00	0.65	5.859	27.000	5	24.6	
15	40.74	0.00	0.00	0.65	2.413	27.000	5	25.0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
16	39.35	0.00	0.00	0.65	-1.024	27.000	5	25.1	
17	37.46	0.00	0.00	0.65	-4.464	27.000	5	24.8	
18	35.09	0.00	0.00	0.65	-7.921	27.000	5	24.1	
19	32.22	0.00	0.00	0.65	-11.407	27.000	5	23.0	
20	28.83	0.00	0.00	0.65	-14.937	27.000	5	21.5	
21	24.92	0.00	0.14	0.65	-18.526	27.000	5	19.6	
22	20.49	0.00	0.65	0.65	-22.192	27.000	5	17.2	
23	15.46	0.00	1.39	0.65	-25.957	27.000	5	14.4	
24	9.76	0.00	2.12	0.65	-29.847	27.000	5	11.0	
25	3.31	0.00	2.83	-10.88 - 0.65	-33.381	27.000	5	7.1	

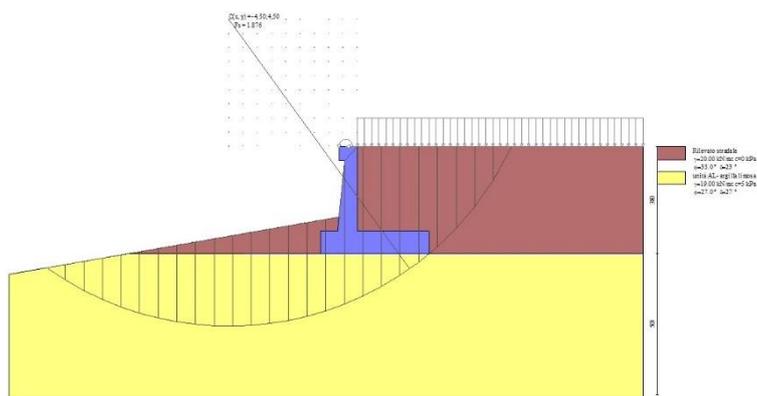


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 2)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	2.50	28.00	28.25
2	-0.10	3.51	28.13	31.05
3	-0.20	4.55	28.31	33.87
4	-0.30	5.61	28.53	36.70
5	-0.40	6.70	28.79	39.54
6	-0.50	7.81	29.10	42.41
7	-0.60	8.95	29.46	45.31
8	-0.70	10.11	29.86	48.24
9	-0.80	11.30	30.30	51.21
10	-0.90	12.51	30.79	54.22
11	-1.00	13.75	31.32	57.27
12	-1.10	15.01	31.90	60.37
13	-1.20	16.30	32.53	63.53
14	-1.30	17.61	33.20	66.74
15	-1.40	18.95	33.91	70.02
16	-1.50	20.31	34.67	73.36
17	-1.60	21.70	35.47	76.77
18	-1.70	23.11	36.32	80.26
19	-1.80	24.54	37.21	83.83
20	-1.90	26.01	38.15	87.49
21	-2.00	27.49	39.13	91.23
22	-2.10	29.00	40.16	95.07
23	-2.20	30.54	41.23	99.00
24	-2.30	32.10	42.35	103.03
25	-2.40	33.69	43.51	107.17
26	-2.50	35.30	44.72	111.43
27	-2.60	36.94	45.97	115.79
28	-2.70	38.60	47.27	120.28
29	-2.80	40.28	48.61	124.89
30	-2.90	41.99	50.00	129.63

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
31	-3.00	43.73	51.43	134.50

Combinazione n° 4 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	2.50	28.00	28.25
2	-0.10	3.51	28.13	31.05
3	-0.20	4.55	28.31	33.87
4	-0.30	5.61	28.53	36.70
5	-0.40	6.70	28.79	39.54
6	-0.50	7.81	29.10	42.41
7	-0.60	8.95	29.46	45.31
8	-0.70	10.11	29.86	48.24
9	-0.80	11.30	30.30	51.21
10	-0.90	12.51	30.79	54.22
11	-1.00	13.75	31.32	57.27
12	-1.10	15.01	31.90	60.37
13	-1.20	16.30	32.53	63.53
14	-1.30	17.61	33.20	66.74
15	-1.40	18.95	33.91	70.02
16	-1.50	20.31	34.67	73.36
17	-1.60	21.70	35.47	76.77
18	-1.70	23.11	36.32	80.26
19	-1.80	24.54	37.21	83.83
20	-1.90	26.01	38.15	87.49
21	-2.00	27.49	39.13	91.23
22	-2.10	29.00	40.16	95.07
23	-2.20	30.54	41.23	99.00
24	-2.30	32.10	42.35	103.03
25	-2.40	33.69	43.51	107.17
26	-2.50	35.30	44.72	111.43
27	-2.60	36.94	45.97	115.79
28	-2.70	38.60	47.27	120.28
29	-2.80	40.28	48.61	124.89
30	-2.90	41.99	50.00	129.63
31	-3.00	43.73	51.43	134.50

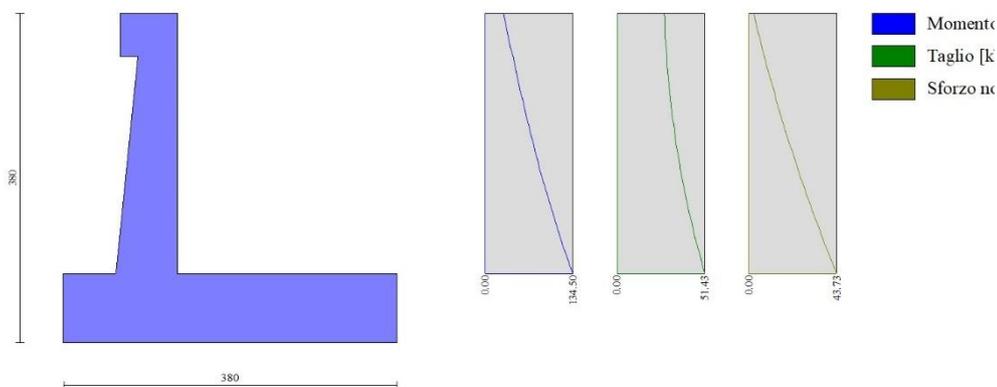


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

Mensola valle

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.65	0.00	0.00	0.00
2	-0.58	0.00	0.83	0.03
3	-0.52	0.00	1.67	0.11
4	-0.45	0.00	2.50	0.25

Combinazione n° 4 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.65	0.00	0.00	0.00
2	-0.58	0.00	0.83	0.03
3	-0.52	0.00	1.67	0.11

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
4	-0.45	0.00	2.50	0.25



Fig. 7 - Mensola valle (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.30	0.00	0.00	0.00
2	-1.20	0.00	9.11	0.46
3	-1.10	0.00	17.98	1.81
4	-1.00	0.00	26.60	4.05
5	-0.90	0.00	34.98	7.13
6	-0.80	0.00	43.12	11.03
7	-0.70	0.00	51.01	15.74
8	0.00	0.00	-46.72	-85.74
9	0.10	0.00	-47.37	-81.03
10	0.20	0.00	-47.81	-76.27
11	0.30	0.00	-48.04	-71.48
12	0.40	0.00	-48.06	-66.67
13	0.50	0.00	-47.87	-61.87
14	0.60	0.00	-47.47	-57.10
15	0.70	0.00	-46.87	-52.39
16	0.80	0.00	-46.05	-47.74
17	0.90	0.00	-45.02	-43.18
18	1.00	0.00	-43.78	-38.74
19	1.10	0.00	-42.33	-34.43
20	1.20	0.00	-40.67	-30.28
21	1.30	0.00	-38.80	-26.31
22	1.40	0.00	-36.73	-22.53
23	1.50	0.00	-34.44	-18.97
24	1.60	0.00	-31.94	-15.65
25	1.70	0.00	-29.23	-12.59
26	1.80	0.00	-26.31	-9.81
27	1.90	0.00	-23.18	-7.33
28	2.00	0.00	-19.84	-5.18
29	2.10	0.00	-16.29	-3.37
30	2.20	0.00	-12.54	-1.93
31	2.30	0.00	-8.57	-0.87
32	2.40	0.00	-4.39	-0.22
33	2.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 4 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.30	0.00	0.00	0.00
2	-1.20	0.00	9.11	0.46
3	-1.10	0.00	17.98	1.81
4	-1.00	0.00	26.60	4.05
5	-0.90	0.00	34.98	7.13
6	-0.80	0.00	43.12	11.03
7	-0.70	0.00	51.01	15.74
8	0.00	0.00	-46.72	-85.74
9	0.10	0.00	-47.37	-81.03
10	0.20	0.00	-47.81	-76.27
11	0.30	0.00	-48.04	-71.48

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
12	0.40	0.00	-48.06	-66.67
13	0.50	0.00	-47.87	-61.87
14	0.60	0.00	-47.47	-57.10
15	0.70	0.00	-46.87	-52.39
16	0.80	0.00	-46.05	-47.74
17	0.90	0.00	-45.02	-43.18
18	1.00	0.00	-43.78	-38.74
19	1.10	0.00	-42.33	-34.43
20	1.20	0.00	-40.67	-30.28
21	1.30	0.00	-38.80	-26.31
22	1.40	0.00	-36.73	-22.53
23	1.50	0.00	-34.44	-18.97
24	1.60	0.00	-31.94	-15.65
25	1.70	0.00	-29.23	-12.59
26	1.80	0.00	-26.31	-9.81
27	1.90	0.00	-23.18	-7.33
28	2.00	0.00	-19.84	-5.18
29	2.10	0.00	-16.29	-3.37
30	2.20	0.00	-12.54	-1.93
31	2.30	0.00	-8.57	-0.87
32	2.40	0.00	-4.39	-0.22
33	2.50	0.00	0.00	0.00

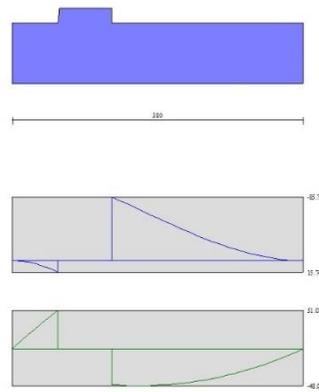


Fig. 8 - Fondazione (Inviluppo)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	39.75	23.33	36.50	15.74	2.50	-2.46
	Peso/Inerzia muro			0.00	120.03/0.00	0.27	-2.72
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	162.00/0.00	1.25	-1.50
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	5.26	-0.99	-2.78
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Risultante forze sul muro			28.00	0.00	--	--

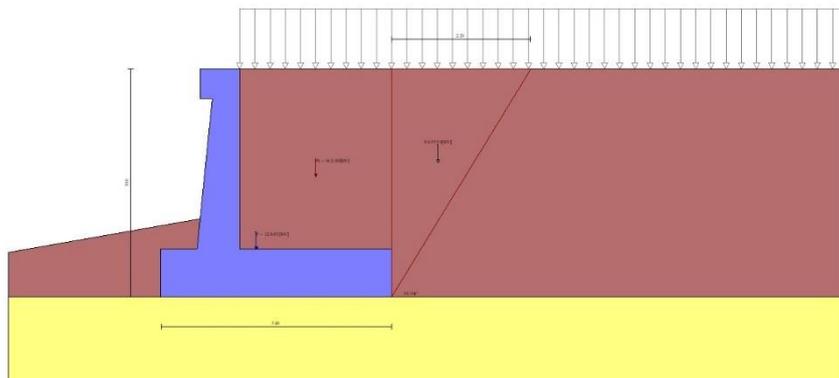


Fig. 9 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

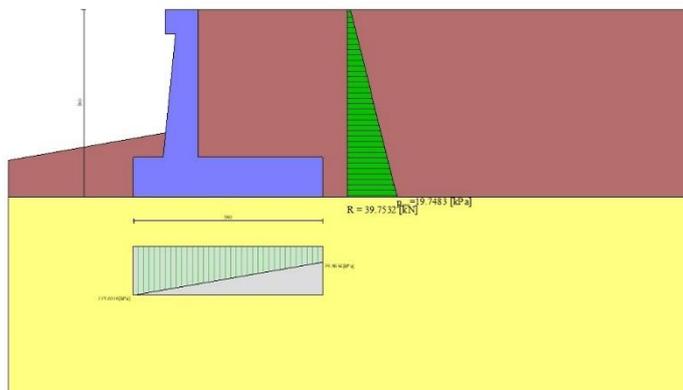


Fig. 10 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

ecc Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	303.03	64.50	183.23	662.93	0.317
2 - GEO (A2-M2-R2)	303.03	64.50	183.23	662.93	0.317
3 - EQU (A1-M1-R3)	303.03	64.50	183.23	662.93	0.317
4 - ECC	303.03	64.50	183.23	662.93	0.317

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.394		3.436			
2 - GEO (A2-M2-R2)					1.876		
3 - EQU (A1-M1-R3)			3.618				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	154.40	0.00	0.00	--	--	154.40	64.50	2.394

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	303.03	1041.27	743.77	3.436

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, IRC	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]

c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	23.942 13.199 9.463	0.751 0.751 0.308	1.102 1.051 1.051	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.711	0.930

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc]	c [kPa]
1	1.19	3.80	3.10	9.56	27.00	5

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
3 - EQU (A1-M1-R3)	662.93	183.23	3.618

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	10.87	1.876

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kN]
Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	7.83	3.13	0.00	5.40 - 0.65	61.541	35.000	0	0.0	
2	21.80	3.13	0.00	0.65	55.334	35.000	0	0.0	
3	32.93	3.13	0.00	0.65	49.660	35.000	0	0.0	
4	42.11	3.13	0.00	0.65	44.594	35.000	0	0.0	
5	49.05	3.13	0.00	0.65	39.941	27.000	5	0.3	
6	58.70	3.13	0.00	0.65	35.589	27.000	5	5.2	
7	64.05	3.13	0.00	0.65	31.463	27.000	5	9.5	
8	68.62	3.13	0.00	0.65	27.513	27.000	5	13.1	
9	76.43	0.92	0.00	0.65	23.701	27.000	5	16.1	
10	43.78	0.00	0.00	0.65	19.997	27.000	5	18.7	
11	42.14	0.00	0.00	0.65	16.379	27.000	5	20.8	
12	41.99	0.00	0.00	0.65	12.828	27.000	5	22.5	
13	42.08	0.00	0.00	0.65	9.326	27.000	5	23.7	
14	41.66	0.00	0.00	0.65	5.859	27.000	5	24.6	
15	40.74	0.00	0.00	0.65	2.413	27.000	5	25.0	
16	39.35	0.00	0.00	0.65	-1.024	27.000	5	25.1	
17	37.46	0.00	0.00	0.65	-4.464	27.000	5	24.8	
18	35.09	0.00	0.00	0.65	-7.921	27.000	5	24.1	
19	32.22	0.00	0.00	0.65	-11.407	27.000	5	23.0	
20	28.83	0.00	0.00	0.65	-14.937	27.000	5	21.5	
21	24.92	0.00	0.14	0.65	-18.526	27.000	5	19.6	
22	20.49	0.00	0.65	0.65	-22.192	27.000	5	17.2	
23	15.46	0.00	1.39	0.65	-25.957	27.000	5	14.4	
24	9.76	0.00	2.12	0.65	-29.847	27.000	5	11.0	
25	3.31	0.00	2.83	-10.88 - 0.65	-33.381	27.000	5	7.1	

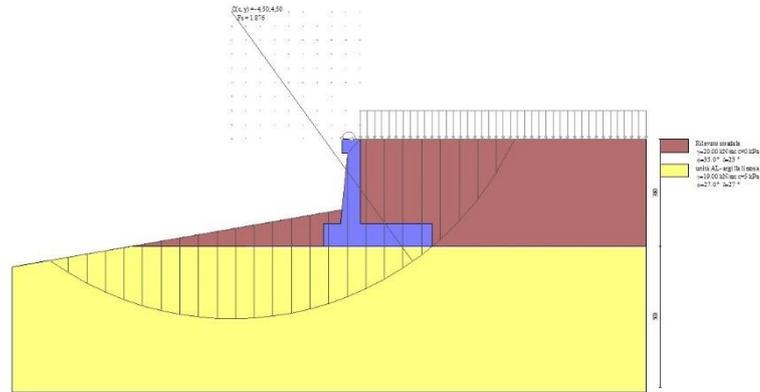


Fig. 11 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 2)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	2.50	2.50	28.00	28.00	28.25	28.25
2	-0.10	3.51	3.51	28.13	28.13	31.05	31.05
3	-0.20	4.55	4.55	28.31	28.31	33.87	33.87
4	-0.30	5.61	5.61	28.53	28.53	36.70	36.70
5	-0.40	6.70	6.70	28.79	28.79	39.54	39.54
6	-0.50	7.81	7.81	29.10	29.10	42.41	42.41
7	-0.60	8.95	8.95	29.46	29.46	45.31	45.31
8	-0.70	10.11	10.11	29.86	29.86	48.24	48.24
9	-0.80	11.30	11.30	30.30	30.30	51.21	51.21
10	-0.90	12.51	12.51	30.79	30.79	54.22	54.22
11	-1.00	13.75	13.75	31.32	31.32	57.27	57.27
12	-1.10	15.01	15.01	31.90	31.90	60.37	60.37
13	-1.20	16.30	16.30	32.53	32.53	63.53	63.53
14	-1.30	17.61	17.61	33.20	33.20	66.74	66.74
15	-1.40	18.95	18.95	33.91	33.91	70.02	70.02
16	-1.50	20.31	20.31	34.67	34.67	73.36	73.36
17	-1.60	21.70	21.70	35.47	35.47	76.77	76.77
18	-1.70	23.11	23.11	36.32	36.32	80.26	80.26
19	-1.80	24.54	24.54	37.21	37.21	83.83	83.83
20	-1.90	26.01	26.01	38.15	38.15	87.49	87.49
21	-2.00	27.49	27.49	39.13	39.13	91.23	91.23
22	-2.10	29.00	29.00	40.16	40.16	95.07	95.07
23	-2.20	30.54	30.54	41.23	41.23	99.00	99.00
24	-2.30	32.10	32.10	42.35	42.35	103.03	103.03
25	-2.40	33.69	33.69	43.51	43.51	107.17	107.17
26	-2.50	35.30	35.30	44.72	44.72	111.43	111.43
27	-2.60	36.94	36.94	45.97	45.97	115.79	115.79
28	-2.70	38.60	38.60	47.27	47.27	120.28	120.28
29	-2.80	40.28	40.28	48.61	48.61	124.89	124.89
30	-2.90	41.99	41.99	50.00	50.00	129.63	129.63
31	-3.00	43.73	43.73	51.43	51.43	134.50	134.50

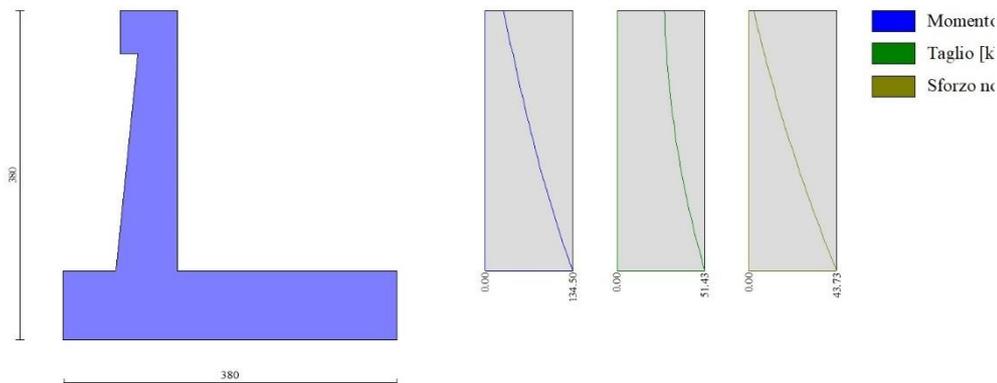


Fig. 12 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.58	0.00	0.00	0.83	0.83	0.03	0.03
3	-0.52	0.00	0.00	1.67	1.67	0.11	0.11
4	-0.45	0.00	0.00	2.50	2.50	0.25	0.25



Fig. 13 - Mensola valle

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.20	0.00	0.00	9.11	9.11	0.46	0.46
3	-1.10	0.00	0.00	17.98	17.98	1.81	1.81
4	-1.00	0.00	0.00	26.60	26.60	4.05	4.05
5	-0.90	0.00	0.00	34.98	34.98	7.13	7.13
6	-0.80	0.00	0.00	43.12	43.12	11.03	11.03
7	-0.70	0.00	0.00	51.01	51.01	15.74	15.74
8	0.00	0.00	0.00	-46.72	-46.72	-85.74	-85.74
9	0.10	0.00	0.00	-47.37	-47.37	-81.03	-81.03
10	0.20	0.00	0.00	-47.81	-47.81	-76.27	-76.27
11	0.30	0.00	0.00	-48.04	-48.04	-71.48	-71.48
12	0.40	0.00	0.00	-48.06	-48.06	-66.67	-66.67
13	0.50	0.00	0.00	-47.87	-47.87	-61.87	-61.87
14	0.60	0.00	0.00	-47.47	-47.47	-57.10	-57.10
15	0.70	0.00	0.00	-46.87	-46.87	-52.39	-52.39
16	0.80	0.00	0.00	-46.05	-46.05	-47.74	-47.74
17	0.90	0.00	0.00	-45.02	-45.02	-43.18	-43.18
18	1.00	0.00	0.00	-43.78	-43.78	-38.74	-38.74
19	1.10	0.00	0.00	-42.33	-42.33	-34.43	-34.43

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
20	1.20	0.00	0.00	-40.67	-40.67	-30.28	-30.28
21	1.30	0.00	0.00	-38.80	-38.80	-26.31	-26.31
22	1.40	0.00	0.00	-36.73	-36.73	-22.53	-22.53
23	1.50	0.00	0.00	-34.44	-34.44	-18.97	-18.97
24	1.60	0.00	0.00	-31.94	-31.94	-15.65	-15.65
25	1.70	0.00	0.00	-29.23	-29.23	-12.59	-12.59
26	1.80	0.00	0.00	-26.31	-26.31	-9.81	-9.81
27	1.90	0.00	0.00	-23.18	-23.18	-7.33	-7.33
28	2.00	0.00	0.00	-19.84	-19.84	-5.18	-5.18
29	2.10	0.00	0.00	-16.29	-16.29	-3.37	-3.37
30	2.20	0.00	0.00	-12.54	-12.54	-1.93	-1.93
31	2.30	0.00	0.00	-8.57	-8.57	-0.87	-0.87
32	2.40	0.00	0.00	-4.39	-4.39	-0.22	-0.22
33	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

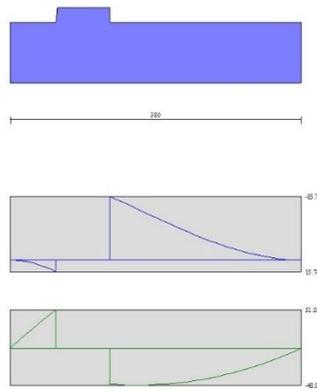


Fig. 14 - Fondazione

10.4 MURO TIPOLOGICO C1

10.4.1 Combinazioni statiche

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [kPa]	f _{uk} [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

Tipologie pali

Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, PI	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	palo D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	3.00	[m]
Paramento		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	4.00	[m]
Altezza paramento libero	3.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.80	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
Mensola di marciapiede		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
Fondazione		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.60	[m]
Lunghezza totale	4.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

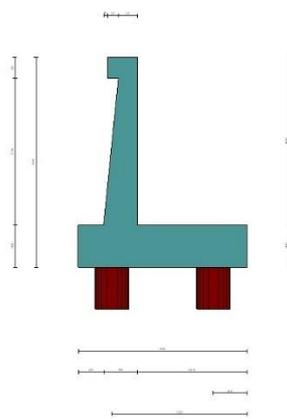


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione pali di fondazione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
α	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	palo D800	0.80	3.00	0.20	1	80.00	14.00	0.00	Centrati

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
2	palo D800	3.20	3.00	0.50	1	80.00	14.00	0.00	Centrati

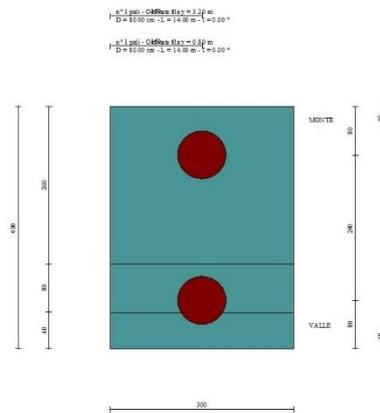


Fig. 2 - Pianta pali

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ _{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
φ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c _a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ _l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ _{sat} [kN/mc]	φ [°]	δ [°]	c [kPa]	c _a [kPa]	Cesp	τ _l [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL-argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	5	0			(MIN)
				27.000	27.000	5	0			(MED)
3	unità GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
K _{wn} , K _{wt}	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
K _w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K _s	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

K_{ststa}, K_{stsis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	K _{wn} [Kg/cm ²]	K _{wt} [Kg/cm ²]	K _w [Kg/cm ²]	K _s	Cesp	K _{ststa}	K _{stsis}
1	5.00	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	4.00	0.000	unità AL-argilla limosa	0.000	0.000	10.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità GS-ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	10.000	0.000	1.000	---	---

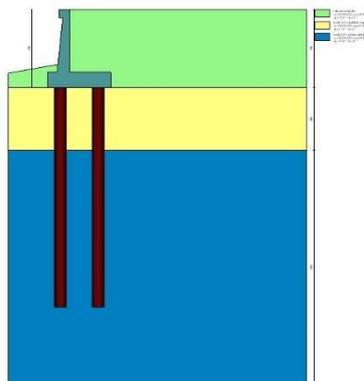


Fig. 3 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X_r Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q_i Intensità del carico per x=X_i espressa in [kN]

Q_r Intensità del carico per x=X_r espressa in [kN]

Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	γ_s	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	γ_t	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	γ_{st}	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	γ_t	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$ $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.50	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
------------	----------	--------	---------

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.30	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale
 Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
--	------

Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	10.00 [cm]

Opzioni calcolo pali

Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ($k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$)
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta	σ_v con la profondità Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

Portanza trasversale

Costante di Winkler: da stratoCriterio rottura palo-terreno

- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo

Cedimenti

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	166.79	23.33	153.15	66.05	2.60	-2.90
	Peso/Inerzia muro			0.00	160.23/0.00	0.24	-3.57
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	296.92/0.00	1.30	-2.00
	Resistenza pali			-196.31			
3	Spinta statica	126.46	23.33	116.12	50.08	2.60	-2.90
	Peso/Inerzia muro			0.00	160.23/0.00	0.24	-3.57
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	272.48/0.00	1.30	-2.00
	Resistenza pali			-255.18			
4	Spinta statica	120.35	23.33	110.51	47.66	2.60	-2.92
	Peso/Inerzia muro			0.00	160.23/0.00	0.24	-3.57
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	259.48/0.00	1.30	-2.00
	Resistenza pali			-255.21			
5	Spinta statica	102.02	23.33	93.68	40.40	2.60	-3.00
	Peso/Inerzia muro			0.00	160.23/0.00	0.24	-3.57
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	220.48/0.00	1.30	-2.00
	Resistenza pali			-255.19			

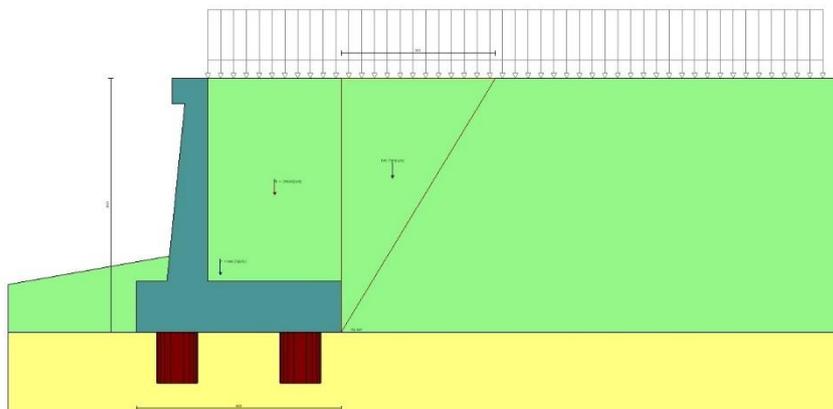


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

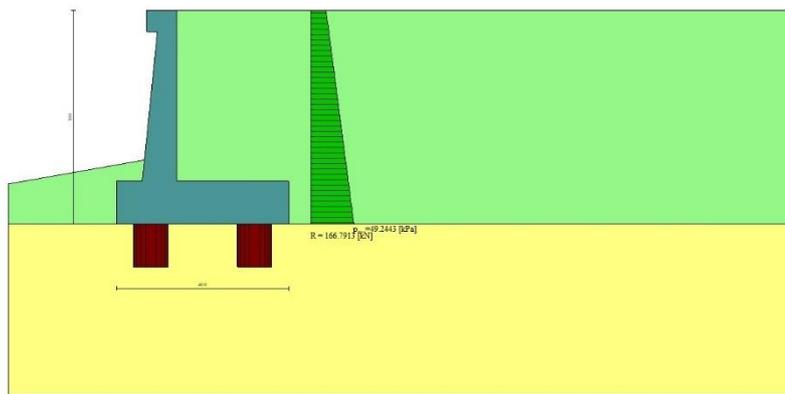


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N	T	M _r	M _s	ecc
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]
1 - STR (A1-M1-R3)	523.20	153.15	322.11	1328.51	0.076
2 - GEO (A2-M2-R2)	496.04	150.12	314.97	1236.68	0.142
3 - SLER	482.79	116.12	243.55	1198.66	0.021
4 - SLEF	467.37	110.51	229.52	1153.90	0.022
5 - SLEQ	421.11	93.68	187.44	1019.59	0.024

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	735.29	0.00	-229.72
	2	834.30	0.00	-229.72
3 - SLER	1	711.56	0.00	-174.17
	2	736.80	0.00	-174.17
4 - SLEF	1	688.53	0.00	-165.76
	2	713.55	0.00	-165.76
5 - SLEQ	1	619.47	0.00	-140.51
	2	643.84	0.00	-140.51

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.282					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.867		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	11.47	2.867

Cedimenti pali

Simbologia adottata

Ic Indice combinazione
Ip Indice palo
w Cedimento, espresso in [cm]

Ic	Ip	w [cm]
3	1	0.1342
	2	0.1389
4	1	0.1298
	2	0.1346
5	1	0.1168
	2	0.1214

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]
Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.69	1.47	0.32
3	-0.20	6.37	2.99	0.40
4	-0.30	8.09	4.58	0.61
5	-0.40	9.87	6.22	0.97
6	-0.50	11.69	7.92	1.47
7	-0.60	13.56	9.67	2.13
8	-0.70	15.49	11.49	2.95
9	-0.80	17.46	13.37	3.93
10	-0.90	19.48	15.30	5.08
11	-1.00	21.55	17.29	6.41
12	-1.10	23.67	19.34	7.92
13	-1.20	25.85	21.45	9.62
14	-1.30	28.07	23.61	11.51
15	-1.40	30.34	25.84	13.59
16	-1.50	32.66	28.12	15.88
17	-1.60	35.03	30.46	18.38
18	-1.70	37.45	32.86	21.08
19	-1.80	39.92	35.32	24.01
20	-1.90	42.43	37.84	27.16
21	-2.00	45.00	40.41	30.54
22	-2.10	47.62	43.04	34.15
23	-2.20	50.29	45.74	38.01
24	-2.30	53.01	48.49	42.10
25	-2.40	55.77	51.29	46.45
26	-2.50	58.59	54.16	51.06
27	-2.60	61.45	57.09	55.92
28	-2.70	64.37	60.07	61.05
29	-2.80	67.34	63.11	66.45
30	-2.90	70.35	66.21	72.13
31	-3.00	73.42	69.37	78.10
32	-3.10	76.53	72.58	84.35
33	-3.20	79.69	75.86	90.89
34	-3.30	82.91	79.19	97.73
35	-3.40	86.17	82.58	104.87
36	-3.50	89.48	86.03	112.33
37	-3.60	92.85	89.54	120.10
38	-3.70	96.26	93.11	128.18
39	-3.80	99.72	96.73	136.60
40	-3.90	103.23	100.42	145.34
41	-4.00	106.79	104.16	154.42

Combinazione n° 3 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
----	----------	-----------	-----------	------------

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.53	1.09	0.34
3	-0.20	6.04	2.23	0.39
4	-0.30	7.59	3.42	0.55
5	-0.40	9.19	4.65	0.81
6	-0.50	10.83	5.92	1.18
7	-0.60	12.51	7.24	1.66
8	-0.70	14.24	8.60	2.27
9	-0.80	16.01	10.01	2.99
10	-0.90	17.83	11.46	3.85
11	-1.00	19.69	12.96	4.83
12	-1.10	21.59	14.50	5.95
13	-1.20	23.54	16.09	7.20
14	-1.30	25.53	17.72	8.60
15	-1.40	27.56	19.40	10.15
16	-1.50	29.64	21.12	11.84
17	-1.60	31.76	22.89	13.69
18	-1.70	33.93	24.70	15.70
19	-1.80	36.14	26.56	17.88
20	-1.90	38.39	28.46	20.22
21	-2.00	40.69	30.41	22.73
22	-2.10	43.03	32.40	25.41
23	-2.20	45.42	34.44	28.28
24	-2.30	47.84	36.52	31.33
25	-2.40	50.32	38.64	34.57
26	-2.50	52.83	40.82	38.00
27	-2.60	55.39	43.03	41.62
28	-2.70	58.00	45.29	45.45
29	-2.80	60.65	47.60	49.47
30	-2.90	63.34	49.95	53.71
31	-3.00	66.07	52.35	58.16
32	-3.10	68.85	54.79	62.82
33	-3.20	71.68	57.27	67.71
34	-3.30	74.54	59.80	72.81
35	-3.40	77.46	62.38	78.15
36	-3.50	80.41	65.00	83.72
37	-3.60	83.41	67.66	89.53
38	-3.70	86.45	70.37	95.57
39	-3.80	89.54	73.13	101.86
40	-3.90	92.67	75.93	108.40
41	-4.00	95.84	78.77	115.19

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.48	0.98	0.34
3	-0.20	5.94	2.01	0.39
4	-0.30	7.45	3.08	0.53
5	-0.40	8.99	4.20	0.76
6	-0.50	10.59	5.36	1.09
7	-0.60	12.22	6.57	1.53
8	-0.70	13.90	7.82	2.07
9	-0.80	15.62	9.11	2.73
10	-0.90	17.39	10.45	3.50
11	-1.00	19.20	11.84	4.39
12	-1.10	21.06	13.27	5.40
13	-1.20	22.96	14.75	6.54
14	-1.30	24.90	16.27	7.82
15	-1.40	26.88	17.83	9.23
16	-1.50	28.91	19.44	10.78
17	-1.60	30.99	21.10	12.47
18	-1.70	33.10	22.80	14.32
19	-1.80	35.27	24.54	16.31
20	-1.90	37.47	26.33	18.46
21	-2.00	39.72	28.16	20.77
22	-2.10	42.01	30.04	23.25
23	-2.20	44.35	31.97	25.90
24	-2.30	46.73	33.94	28.71
25	-2.40	49.16	35.95	31.71
26	-2.50	51.62	38.01	34.88
27	-2.60	54.14	40.11	38.24
28	-2.70	56.69	42.26	41.79
29	-2.80	59.29	44.46	45.54
30	-2.90	61.93	46.70	49.47
31	-3.00	64.62	48.98	53.62
32	-3.10	67.35	51.31	57.96
33	-3.20	70.13	53.68	62.52
34	-3.30	72.95	56.10	67.29
35	-3.40	75.81	58.56	72.27
36	-3.50	78.72	61.07	77.48
37	-3.60	81.67	63.62	82.92
38	-3.70	84.66	66.22	88.58
39	-3.80	87.70	68.86	94.48
40	-3.90	90.78	71.55	100.61
41	-4.00	93.91	74.28	106.99

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.34	0.65	0.36
3	-0.20	5.65	1.34	0.38
4	-0.30	7.01	2.07	0.47
5	-0.40	8.41	2.85	0.62
6	-0.50	9.86	3.68	0.84
7	-0.60	11.35	4.55	1.12
8	-0.70	12.89	5.46	1.49
9	-0.80	14.46	6.42	1.93
10	-0.90	16.08	7.42	2.45
11	-1.00	17.75	8.47	3.07
12	-1.10	19.46	9.57	3.77
13	-1.20	21.21	10.71	4.57
14	-1.30	23.01	11.89	5.47
15	-1.40	24.85	13.12	6.48
16	-1.50	26.74	14.39	7.59
17	-1.60	28.66	15.71	8.81
18	-1.70	30.64	17.07	10.15
19	-1.80	32.65	18.48	11.61
20	-1.90	34.71	19.93	13.20
21	-2.00	36.82	21.43	14.91
22	-2.10	38.96	22.97	16.76
23	-2.20	41.16	24.56	18.74
24	-2.30	43.39	26.19	20.86
25	-2.40	45.67	27.87	23.13
26	-2.50	47.99	29.59	25.54
27	-2.60	50.36	31.36	28.11
28	-2.70	52.77	33.17	30.83
29	-2.80	55.23	35.03	33.72
30	-2.90	57.72	36.93	36.77
31	-3.00	60.27	38.88	39.99
32	-3.10	62.85	40.87	43.38
33	-3.20	65.48	42.91	46.95
34	-3.30	68.16	44.99	50.70
35	-3.40	70.87	47.12	54.64
36	-3.50	73.63	49.29	58.77
37	-3.60	76.44	51.50	63.09
38	-3.70	79.29	53.76	67.60
39	-3.80	82.18	56.07	72.32
40	-3.90	85.12	58.42	77.25
41	-4.00	88.10	60.82	82.38

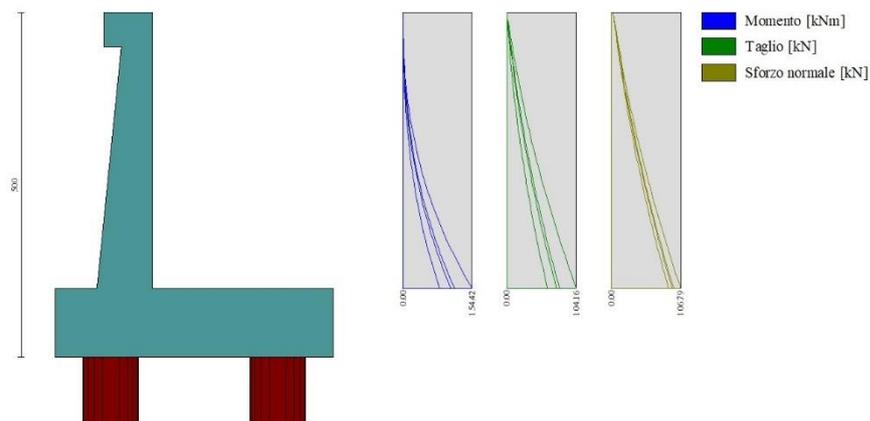


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

Mensola valle

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 3 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 7 - Mensola valle (Inviluppo)

Piastra fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
23	10.44	17.60	-7.50	41.58	-24.97	MAX
24	-234.70	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
15	-17.12	64.74	0.00	0.00	132.77	MAX
24	-234.70	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
17	-25.90	10.79	18.16	-7.38	4.41	MAX
12	-25.90	10.79	-18.16	7.38	4.41	MIN
22	4.06	-1.55	-7.14	175.06	25.75	MAX
25	4.06	-1.55	7.14	-175.06	25.75	MIN
15	-17.12	64.74	0.00	0.00	132.77	MAX
29	-65.64	45.39	0.00	0.00	-239.92	MIN

Combinazione n° 3 - SLER

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
14	27.80	92.66	0.00	0.00	30.25	MAX
24	-234.70	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
14	27.80	92.66	0.00	0.00	30.25	MAX
24	-234.70	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
20	4.63	15.44	19.31	0.00	-74.13	MAX
8	4.63	15.44	-19.31	0.00	-74.13	MIN
22	4.06	-1.55	-7.14	175.06	25.75	MAX
25	4.06	-1.55	7.14	-175.06	25.75	MIN
15	-11.08	90.65	0.00	0.00	163.77	MAX

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
29	-65.64	45.39	0.00	0.00	-239.92	MIN

Combinazione n° 4 - SLEF

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
14	27.80	92.66	0.00	41.58	30.25	MAX
24	-234.70	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
14	27.80	92.66	0.00	0.00	132.77	MAX
24	-234.70	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
20	4.63	15.44	19.31	0.00	4.41	MAX
8	-25.90	10.79	-19.31	0.00	-74.13	MIN
22	4.06	-1.55	-7.14	175.06	25.75	MAX
25	4.06	-1.55	7.14	-175.06	25.75	MIN
15	-11.08	90.65	0.00	0.00	163.77	MAX
29	-65.64	45.39	0.00	0.00	-239.92	MIN

Combinazione n° 5 - SLEQ

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
14	27.80	92.66	0.00	41.58	30.25	MAX
24	-234.70	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
14	27.80	92.66	0.00	0.00	132.77	MAX
24	-234.70	-187.91	0.00	0.00	20.70	MIN
20	4.63	15.44	19.31	0.00	4.41	MAX
8	-25.90	10.79	-19.31	0.00	-74.13	MIN
22	4.06	-1.55	-7.14	175.06	25.75	MAX
25	4.06	-1.55	7.14	-175.06	25.75	MIN
15	-11.08	90.65	0.00	0.00	163.77	MAX
29	-65.64	45.39	0.00	0.00	-239.92	MIN

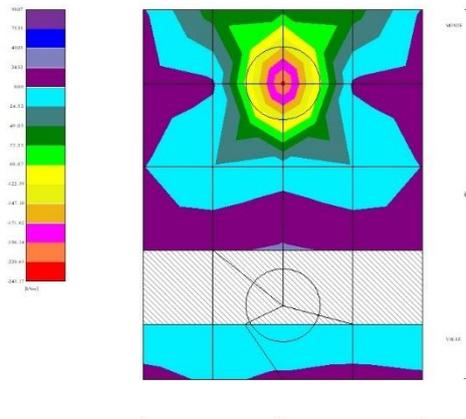


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti $M_{x_{MAX}}$ (Combinazione n° 3)

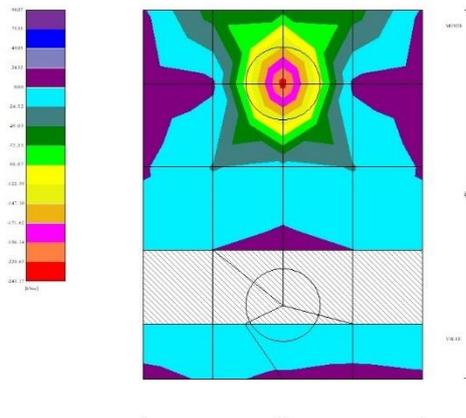


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti $M_{x_{MIN}}$ (Combinazione n° 1)

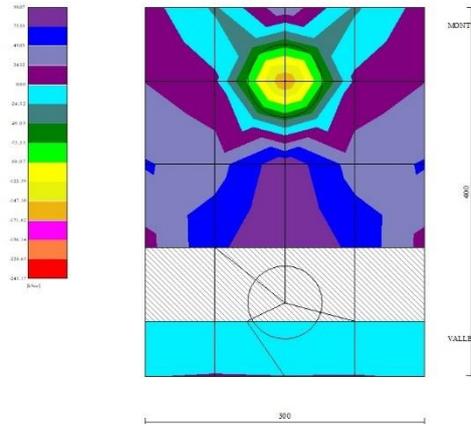


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momenti M_{yMAX} (Combinazione n° 3)

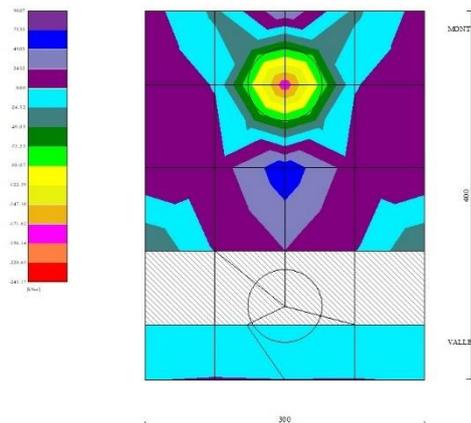


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momenti M_{yMIN} (Combinazione n° 1)

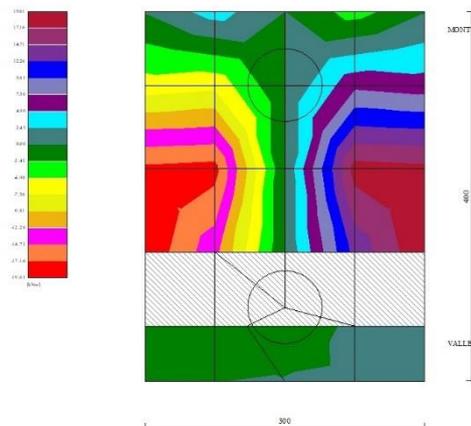


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momento M_{xy} (Combinazione n° 3)

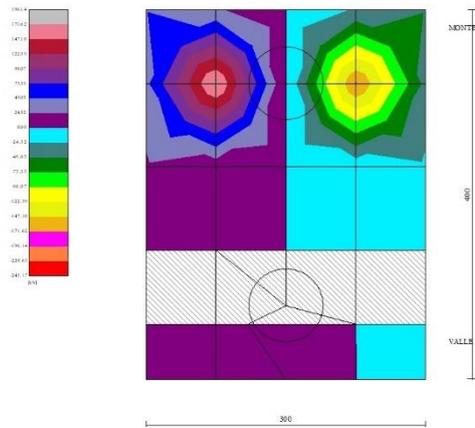


Fig. 13 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

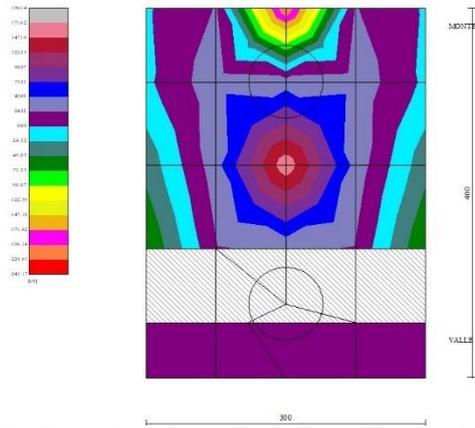


Fig. 14 - Piastra fondazione - Taglio Ty_{MAX} (Combinazione n° 3)

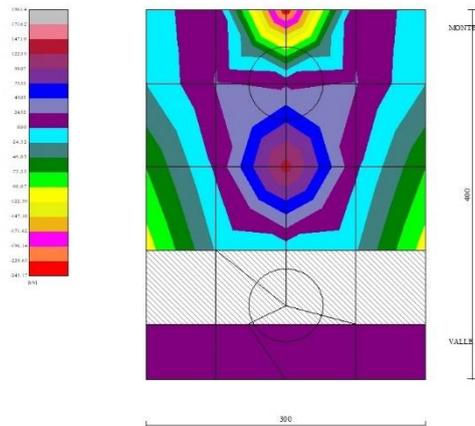


Fig. 15 - Piastra fondazione - Taglio Ty_{MIN} (Combinazione n° 1)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	166.79	23.33	153.15	66.05	2.60	-2.90
	Peso/Inerzia muro			0.00	160.23/0.00	0.24	-3.57
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	296.92/0.00	1.30	-2.00
	Resistenza pali			-196.31			

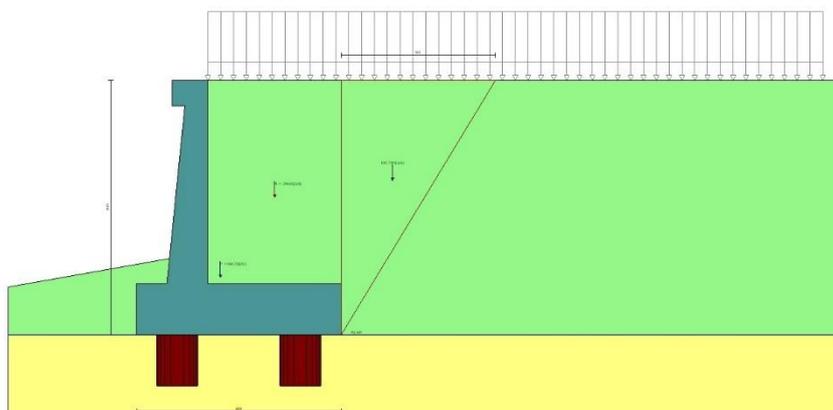


Fig. 18 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

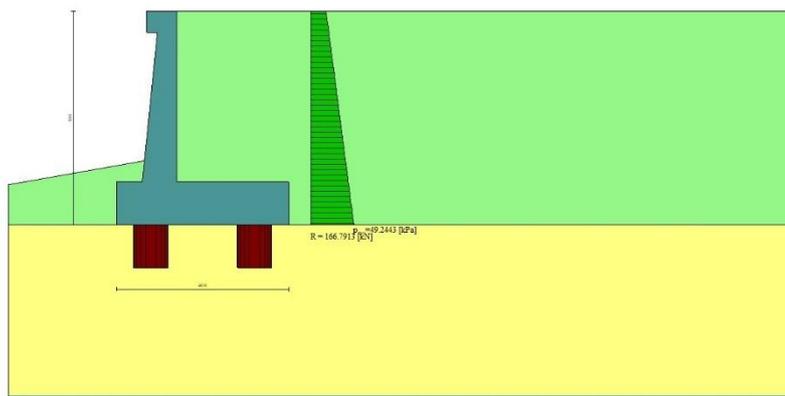


Fig. 19 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	523.20	153.15	322.11	1328.51	0.076
2 - GEO (A2-M2-R2)	496.04	150.12	314.97	1236.68	0.142
3 - SLER	482.79	116.12	243.55	1198.66	0.021
4 - SLEF	467.37	110.51	229.52	1153.90	0.022
5 - SLEQ	421.11	93.68	187.44	1019.59	0.024

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	735.29	0.00	-229.72
	2	834.30	0.00	-229.72

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.282					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.867		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	11.47	2.867

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

M _x , M _y	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M _{xy}	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T _x , T _y	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0.00	3.07	3.07	0.00	0.00	0.38	0.38
2	-0.10	4.34	4.69	0.65	1.47	0.32	0.36
3	-0.20	5.65	6.37	1.34	2.99	0.38	0.40

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
4	-0.30	7.01	8.09	2.07	4.58	0.47	0.61
5	-0.40	8.41	9.87	2.85	6.22	0.62	0.97
6	-0.50	9.86	11.69	3.68	7.92	0.84	1.47
7	-0.60	11.35	13.56	4.55	9.67	1.12	2.13
8	-0.70	12.89	15.49	5.46	11.49	1.49	2.95
9	-0.80	14.46	17.46	6.42	13.37	1.93	3.93
10	-0.90	16.08	19.48	7.42	15.30	2.45	5.08
11	-1.00	17.75	21.55	8.47	17.29	3.07	6.41
12	-1.10	19.46	23.67	9.57	19.34	3.77	7.92
13	-1.20	21.21	25.85	10.71	21.45	4.57	9.62
14	-1.30	23.01	28.07	11.89	23.61	5.47	11.51
15	-1.40	24.85	30.34	13.12	25.84	6.48	13.59
16	-1.50	26.74	32.66	14.39	28.12	7.59	15.88
17	-1.60	28.66	35.03	15.71	30.46	8.81	18.38
18	-1.70	30.64	37.45	17.07	32.86	10.15	21.08
19	-1.80	32.65	39.92	18.48	35.32	11.61	24.01
20	-1.90	34.71	42.43	19.93	37.84	13.20	27.16
21	-2.00	36.82	45.00	21.43	40.41	14.91	30.54
22	-2.10	38.96	47.62	22.97	43.04	16.76	34.15
23	-2.20	41.16	50.29	24.56	45.74	18.74	38.01
24	-2.30	43.39	53.01	26.19	48.49	20.86	42.10
25	-2.40	45.67	55.77	27.87	51.29	23.13	46.45
26	-2.50	47.99	58.59	29.59	54.16	25.54	51.06
27	-2.60	50.36	61.45	31.36	57.09	28.11	55.92
28	-2.70	52.77	64.37	33.17	60.07	30.83	61.05
29	-2.80	55.23	67.34	35.03	63.11	33.72	66.45
30	-2.90	57.72	70.35	36.93	66.21	36.77	72.13
31	-3.00	60.27	73.42	38.88	69.37	39.99	78.10
32	-3.10	62.85	76.53	40.87	72.58	43.38	84.35
33	-3.20	65.48	79.69	42.91	75.86	46.95	90.89
34	-3.30	68.16	82.91	44.99	79.19	50.70	97.73
35	-3.40	70.87	86.17	47.12	82.58	54.64	104.87
36	-3.50	73.63	89.48	49.29	86.03	58.77	112.33
37	-3.60	76.44	92.85	51.50	89.54	63.09	120.10
38	-3.70	79.29	96.26	53.76	93.11	67.60	128.18
39	-3.80	82.18	99.72	56.07	96.73	72.32	136.60
40	-3.90	85.12	103.23	58.42	100.42	77.25	145.34
41	-4.00	88.10	106.79	60.82	104.16	82.38	154.42

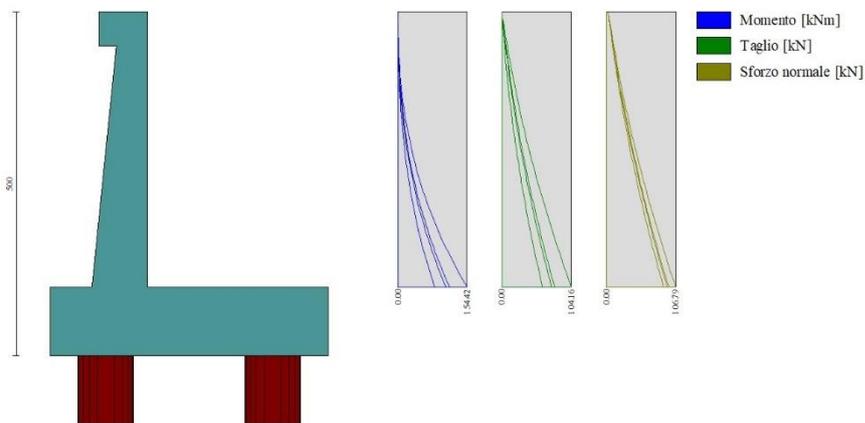


Fig. 20 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.02	0.04	0.04
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.04	0.17	0.17
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.07	0.38	0.38



Fig. 21 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
14	27.80 (3)	92.66 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	30.25 (3)	MAX
24	-234.70 (1)	-187.91 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	20.70 (1)	MIN
14	27.80 (3)	92.66 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	30.25 (3)	MAX
24	-234.70 (1)	-187.91 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	20.70 (1)	MIN
20	4.63 (3)	15.44 (3)	19.31 (3)	0.00 (3)	-74.13 (3)	MAX
8	4.63 (3)	15.44 (3)	-19.31 (3)	0.00 (3)	-74.13 (3)	MIN
22	4.06 (1)	-1.55 (1)	-7.14 (1)	175.06 (1)	25.75 (1)	MAX
25	4.06 (1)	-1.55 (1)	7.14 (1)	-175.06 (1)	25.75 (1)	MIN
15	-11.08 (3)	90.65 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	163.77 (3)	MAX
29	-65.64 (1)	45.39 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	-239.92 (1)	MIN

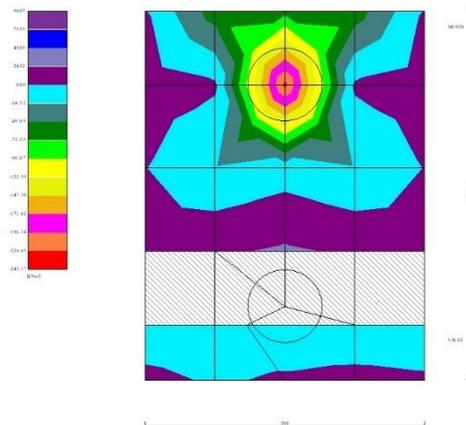


Fig. 22 - Piastra fondazione - Momento M_{xMAX} (Combinazione n° 3)

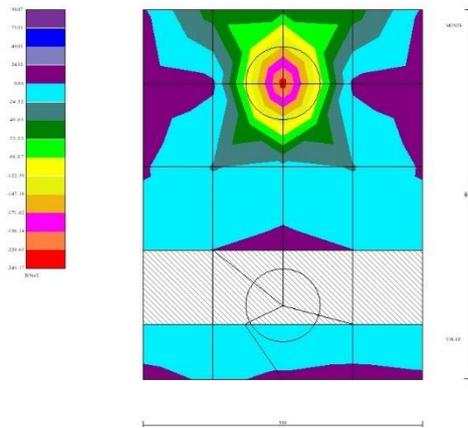


Fig. 23 - Piastra fondazione - Momento M_{xMIN} (Combinazione n° 1)

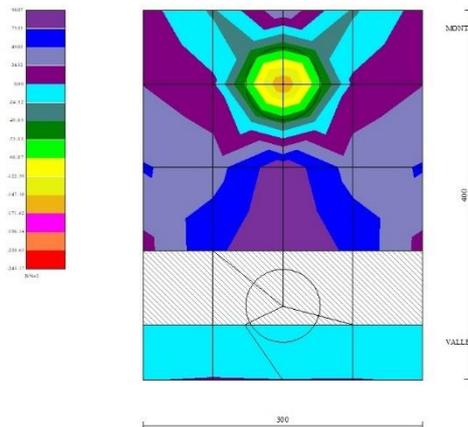


Fig. 24 - Piastra fondazione - Momento M_{yMAX} (Combinazione n° 3)

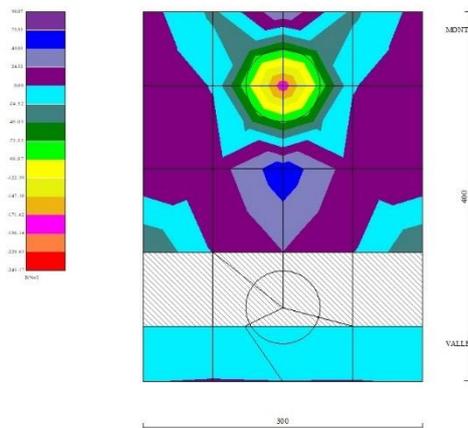


Fig. 25 - Piastra fondazione - Momento M_{yMIN} (Combinazione n° 1)

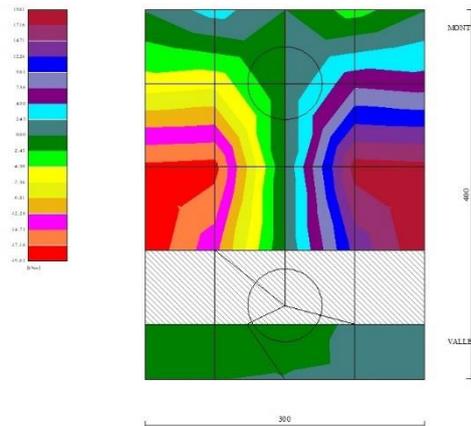


Fig. 26 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 3)

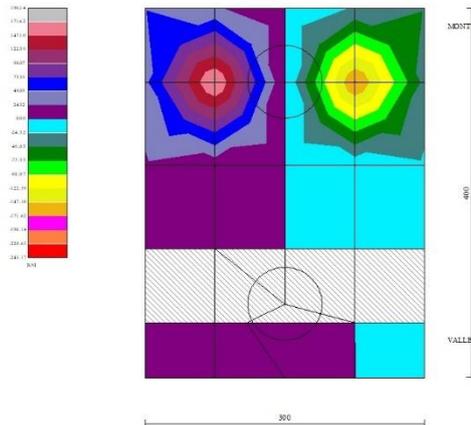


Fig. 27 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

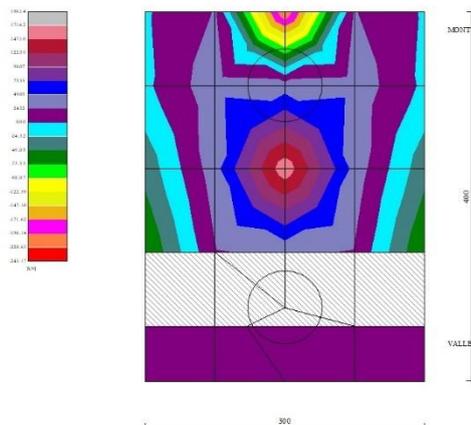


Fig. 28 - Piastra fondazione - Taglio Ty_{MAX} (Combinazione n° 3)

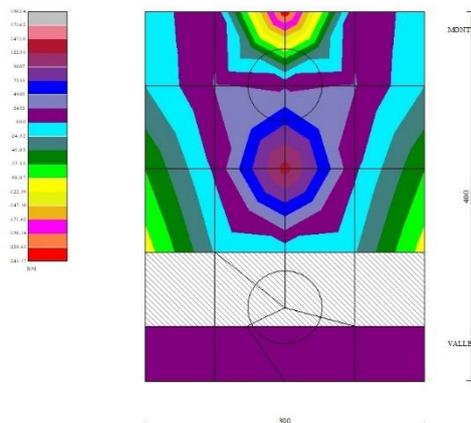


Fig. 29 - Piastra fondazione - Taglio T_{yMIN} (Combinazione n° 1)

10.4.2 Combinazione sismica

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R_{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	R_{ck} 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk} [kPa]	f_{uk} [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

Tipologie pali

Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
----	-------	---	---	---	------	----	----	----	----

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 3.00 [m]

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	4.00	[m]
Altezza paramento libero	3.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.80	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.60	[m]
Lunghezza totale	4.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

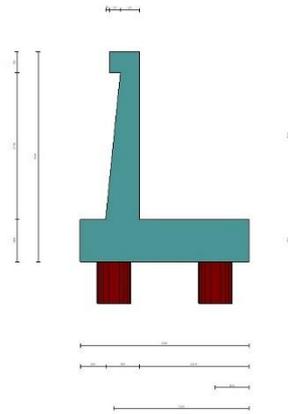


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione pali di fondazione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
α	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	D800	0.80	3.00	0.50	1	80.00	14.00	0.00	Centrati
2	D800	3.20	3.00	0.50	1	80.00	14.00	0.00	Centrati

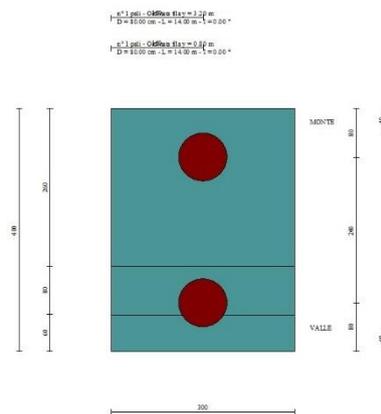


Fig. 2 - Pianta pali

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
 τ_l Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL-argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	5	0			(MIN)
				27.000	27.000	5	0			(MED)
3	unità GS- ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato
H Spessore dello strato espresso in [m]
 α Inclinazione espressa in [°]
Terreno Terreno dello strato
Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm²/cm
Per calcolo pali (solo se presenti)
Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
Ks Coefficiente di spinta
Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	5.00	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	4.00	0.000	unità AL-argilla limosa	0.000	0.000	10.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità GS- ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	10.000	0.500	1.000	---	---

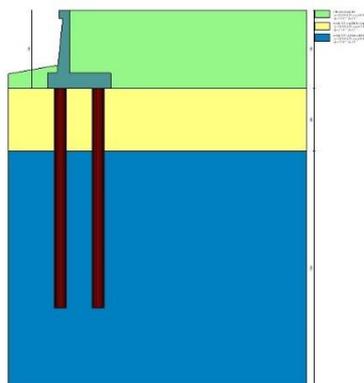


Fig. 3 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
Momento positivo senso antiorario.
X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M Momento espresso in [kNm]
X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i Intensità del carico per x=X_i espressa in [kN]
Q_f Intensità del carico per x=X_f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	γ_s	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	γ_t	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	γ_{st}	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	γ_t	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$ $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	1.000	28.889	14.445
Ultimo - Ribaltamento	1.000	28.889	14.445
Esercizio	1.000	13.149	6.574

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta

Tipo di spinta

Culmann

Spinta attiva

Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO
<u>Stabilità globale</u>	
Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
<u>Altro</u>	
Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO
<u>Spostamenti</u>	
Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	10.00 [cm]
<u>Opzioni calcolo pali</u>	
<i>Portanza verticale</i>	
Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev ridotto
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ($k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$)
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta σ_v con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica
<i>Portanza trasversale</i>	
Costante di Winkler: da strato	Criterio rottura palo-terreno
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore $M=3.00$
- Palo infinitamente elastico	Non attivo
<i>Cedimenti</i>	
Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	66.97	23.33	61.50	26.52	2.60	-3.26
	Incremento di spinta sismica		69.11	63.46	27.37	2.60	-2.50
	Peso/Inerzia muro			46.29	160.23/23.14	0.24	-3.57
	Peso/Inerzia terrapieno			63.70	220.48/31.85	1.30	-2.00
	Resistenza pali			-244.18			
2	Spinta statica	66.97	23.33	61.50	26.52	2.60	-3.26
	Incremento di spinta sismica		57.77	53.05	22.88	2.60	-2.50
	Peso/Inerzia muro			46.29	160.23/-23.14	0.24	-3.57
	Peso/Inerzia terrapieno			63.70	220.48/-31.85	1.30	-2.00
	Resistenza pali			-244.15			

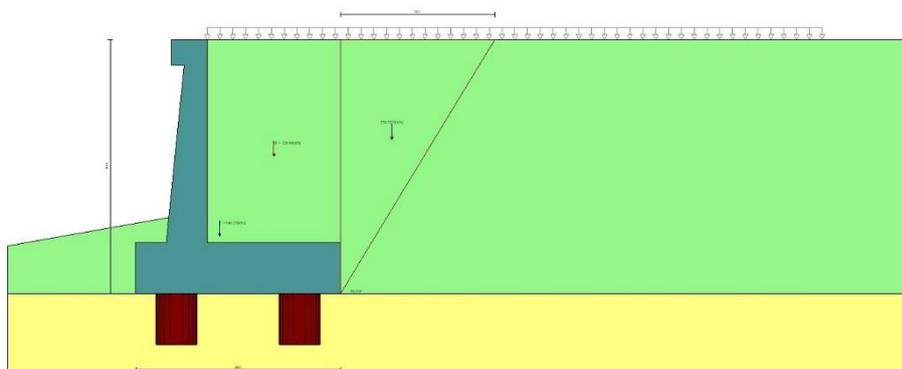


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

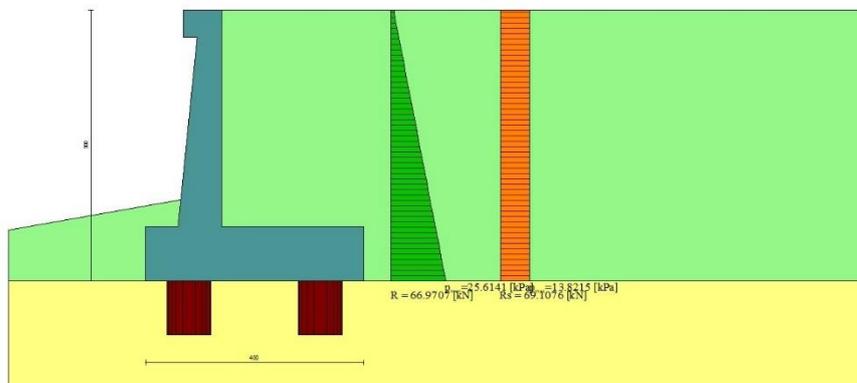


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

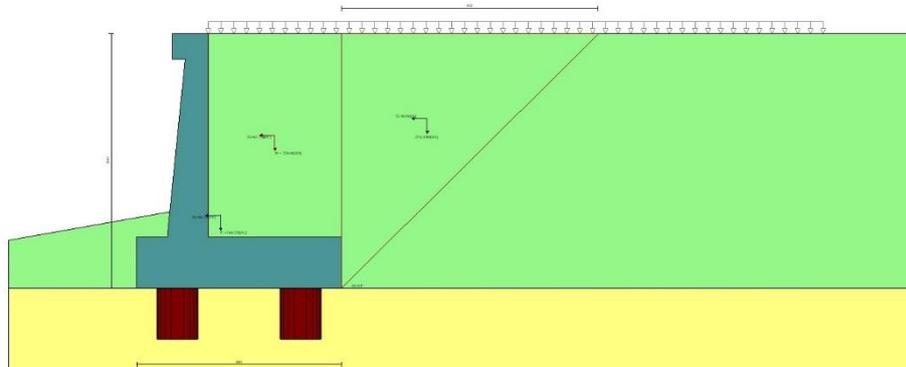


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

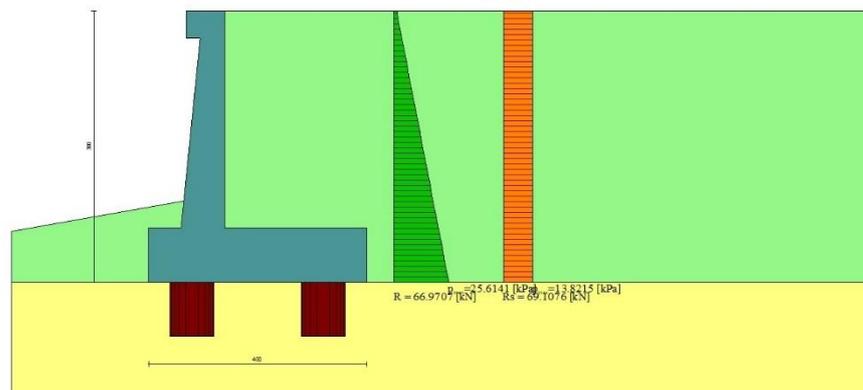


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	489.59	234.94	522.71	1197.48	0.621
2 - STR (A1-M1-R3)	375.12	224.53	620.62	1055.58	0.840
3 - GEO (A2-M2-R2)	489.59	234.94	522.71	1197.48	0.621
4 - GEO (A2-M2-R2)	375.12	224.53	620.62	1055.58	0.840

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	354.33	0.00	-352.40
	2	1114.43	0.00	-352.40

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
2 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	168.94	0.00	-336.78
	2	956.41	0.00	-336.78

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.039					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.087					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.245		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.254		

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

M _x , M _y	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M _{xy}	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T _x , T _y	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.51	0.00	0.44
2	-0.10	5.15	1.45	0.40
3	-0.20	6.84	2.96	0.50
4	-0.30	8.57	4.52	0.74
5	-0.40	10.35	6.13	1.12
6	-0.50	12.18	7.79	1.65
7	-0.60	14.06	9.51	2.33
8	-0.70	15.98	11.28	3.17
9	-0.80	17.96	13.09	4.17
10	-0.90	19.97	14.96	5.33
11	-1.00	22.04	16.89	6.67
12	-1.10	24.15	18.86	8.18
13	-1.20	26.32	20.89	9.88
14	-1.30	28.52	22.96	11.76
15	-1.40	30.78	25.09	13.83
16	-1.50	33.08	27.28	16.09
17	-1.60	35.43	29.51	18.56
18	-1.70	37.83	31.80	21.23
19	-1.80	40.28	34.13	24.11
20	-1.90	42.77	36.52	27.20
21	-2.00	45.31	38.97	30.51
22	-2.10	47.90	41.46	34.05
23	-2.20	50.53	44.00	37.81
24	-2.30	53.21	46.60	41.81
25	-2.40	55.94	49.25	46.05
26	-2.50	58.72	51.95	50.53
27	-2.60	61.54	54.71	55.25
28	-2.70	64.41	57.51	60.23
29	-2.80	67.33	60.37	65.47
30	-2.90	70.30	63.28	70.97
31	-3.00	73.31	66.24	76.73
32	-3.10	76.37	69.25	82.77
33	-3.20	79.48	72.32	89.08

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
34	-3.30	82.64	75.44	95.68
35	-3.40	85.84	78.60	102.55
36	-3.50	89.09	81.83	109.72
37	-3.60	92.39	85.10	117.19
38	-3.70	95.73	88.42	124.95
39	-3.80	99.13	91.80	133.02
40	-3.90	102.57	95.23	141.40
41	-4.00	106.05	98.71	150.10

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.35	1.28	0.36
3	-0.20	5.67	2.62	0.45
4	-0.30	7.03	4.01	0.66
5	-0.40	8.43	5.45	1.01
6	-0.50	9.87	6.94	1.48
7	-0.60	11.35	8.49	2.10
8	-0.70	12.87	10.08	2.85
9	-0.80	14.43	11.73	3.76
10	-0.90	16.03	13.43	4.81
11	-1.00	17.68	15.18	6.02
12	-1.10	19.36	16.99	7.40
13	-1.20	21.08	18.84	8.94
14	-1.30	22.85	20.75	10.65
15	-1.40	24.65	22.71	12.54
16	-1.50	26.49	24.72	14.60
17	-1.60	28.38	26.79	16.86
18	-1.70	30.30	28.90	19.30
19	-1.80	32.27	31.07	21.94
20	-1.90	34.27	33.29	24.78
21	-2.00	36.32	35.56	27.82
22	-2.10	38.40	37.88	31.08
23	-2.20	40.53	40.26	34.54
24	-2.30	42.69	42.69	38.23
25	-2.40	44.90	45.17	42.14
26	-2.50	47.15	47.70	46.28
27	-2.60	49.44	50.28	50.66
28	-2.70	51.76	52.92	55.27
29	-2.80	54.13	55.60	60.12
30	-2.90	56.54	58.34	65.23
31	-3.00	58.99	61.13	70.58
32	-3.10	61.48	63.98	76.20
33	-3.20	64.00	66.87	82.07
34	-3.30	66.57	69.82	88.22
35	-3.40	69.18	72.82	94.63
36	-3.50	71.83	75.87	101.32
37	-3.60	74.52	78.97	108.30
38	-3.70	77.25	82.13	115.56
39	-3.80	80.02	85.33	123.11
40	-3.90	82.83	88.59	130.96
41	-4.00	85.69	91.90	139.11

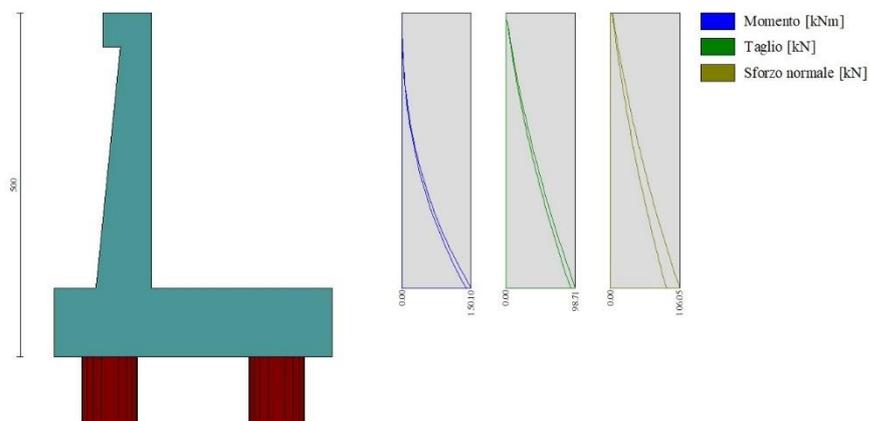


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.17	0.05
3	-0.53	0.00	2.34	0.19
4	-0.45	0.00	3.51	0.44

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 9 - Mensola valle (Inviluppo)

Piastra fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.45	-0.06	-0.15	0.36	7.08
2	0.18	0.09	-0.01	0.23	7.46
3	-1.33	-4.44	-0.03	0.00	7.46
4	-1.34	-4.45	-0.19	0.00	7.08
5	0.01	-0.01	0.00	0.00	7.38
6	-1.33	-4.44	0.00	0.00	7.38
7	-46.86	-156.21	-3.23	0.00	-112.77
8	-50.71	-169.02	1.38	0.00	-129.76
9	-50.71	-169.02	1.38	0.00	-129.76
10	-44.18	-147.28	0.00	0.00	-111.78
11	0.18	0.09	0.01	-0.23	7.46
12	-1.33	-4.44	0.03	0.00	7.46
13	-46.86	-156.21	3.23	0.00	-112.77
14	-18.56	-57.45	-7.36	12.71	-76.12
15	5.95	-54.10	-6.55	22.87	-103.82
16	-20.81	-32.87	0.00	0.00	-16.76
17	-18.56	-57.45	7.36	-12.71	-76.12
18	0.45	-0.06	0.15	-0.36	7.08
19	-1.34	-4.45	0.19	0.00	7.08
20	-50.71	-169.02	-1.38	0.00	-129.76
21	5.95	-54.10	6.55	-22.87	-103.82
22	4.09	-15.62	-3.93	83.19	-22.83
23	4.55	-7.08	-6.42	17.45	-54.15
24	-110.21	-104.50	0.00	0.00	-27.54
25	4.09	-15.62	3.93	-83.19	-22.83
26	4.55	-7.08	6.42	-17.45	-54.15
27	-26.03	-15.37	1.24	10.36	-6.18
28	3.16	6.65	-1.24	19.25	-30.42
29	-25.44	21.46	0.00	0.00	-133.35
30	-26.03	-15.37	-1.24	-10.36	-6.18
31	3.16	6.65	1.24	-19.25	-30.42

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.45	-0.06	-0.15	0.36	7.08
2	0.18	0.09	-0.01	0.23	7.46
3	-1.33	-4.44	-0.03	0.00	7.46
4	-1.34	-4.45	-0.19	0.00	7.08
5	0.01	-0.01	0.00	0.00	7.38
6	-1.33	-4.44	0.00	0.00	7.38
7	-46.86	-156.21	1.88	0.00	-112.77
8	-50.71	-169.02	12.11	0.00	-129.76
9	-50.71	-169.02	12.11	0.00	-129.76
10	-44.18	-147.28	0.00	0.00	-111.78
11	0.18	0.09	0.01	-0.23	7.46
12	-1.33	-4.44	0.03	0.00	7.46
13	-46.86	-156.21	3.23	0.00	-112.77
14	-16.55	-57.45	-1.74	17.67	-76.12
15	8.74	-54.10	-0.68	27.58	-103.82
16	-20.81	-32.87	0.00	0.00	-16.76
17	-16.55	-57.45	7.36	-12.71	-76.12
18	0.45	-0.06	0.15	-0.36	7.08
19	-1.34	-4.45	0.19	0.00	7.08
20	-50.71	-169.02	-1.38	0.00	-129.76
21	8.74	-54.10	6.55	-22.87	-103.82
22	4.67	-15.62	-2.49	83.19	-22.83
23	4.55	-7.08	-6.42	17.45	-54.15
24	-48.88	-67.52	0.00	0.00	-27.54
25	4.67	-15.62	3.93	-38.18	-22.83
26	4.55	-7.08	6.62	-5.04	-54.15
27	-7.23	-8.45	1.24	10.36	-6.18
28	3.72	6.65	-1.24	19.25	-30.42
29	-4.28	21.46	0.00	0.00	-86.08
30	-7.23	-8.45	-0.03	-1.25	-6.18
31	3.72	6.65	1.98	-4.60	-30.42

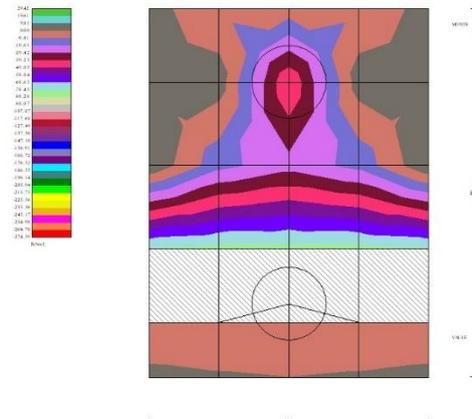


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momenti M_{xMAX} (Combinazione n° 2)

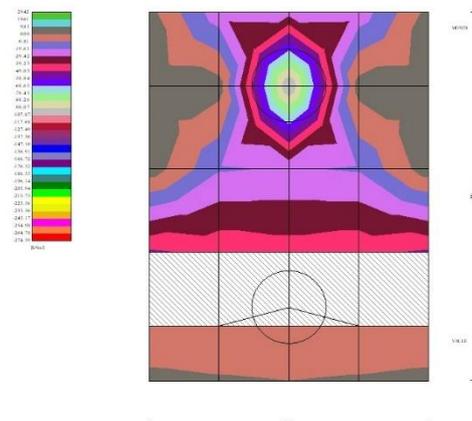


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momenti M_{xMIN} (Combinazione n° 1)

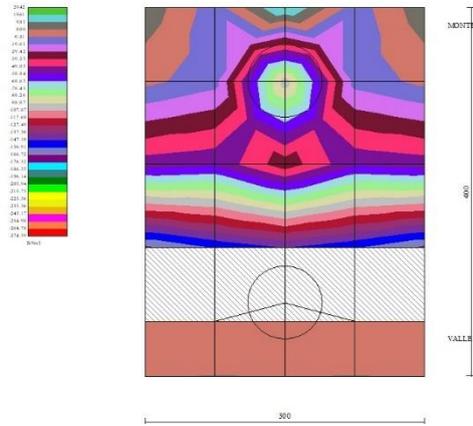


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momenti M_{yMAX} (Combinazione n° 1)

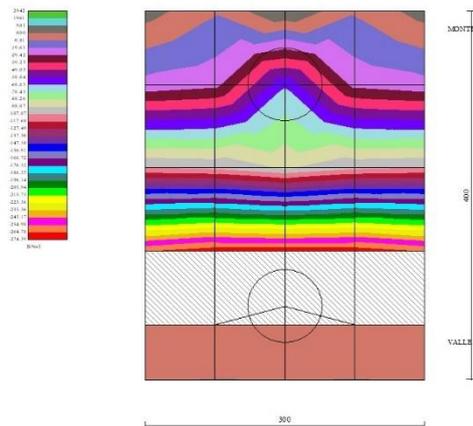


Fig. 13 - Piastra fondazione - Momenti M_{yMIN} (Combinazione n° 2)

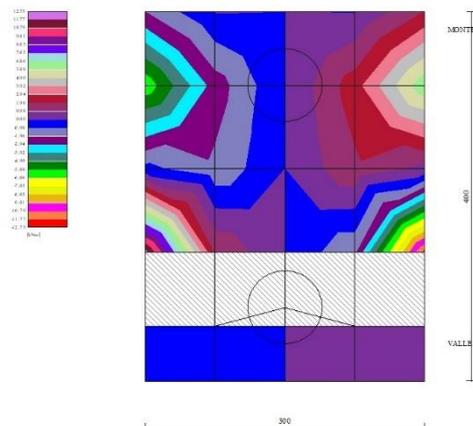


Fig. 14 - Piastra fondazione - Momento M_{xy} (Combinazione n° 2)

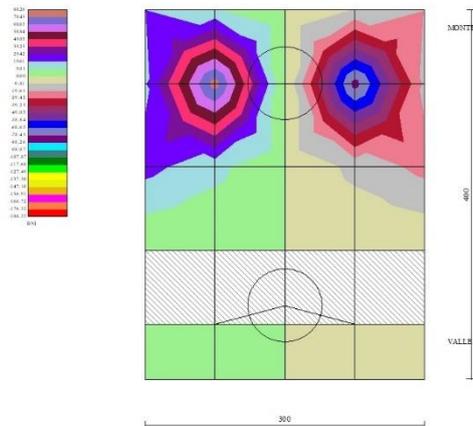


Fig. 15 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

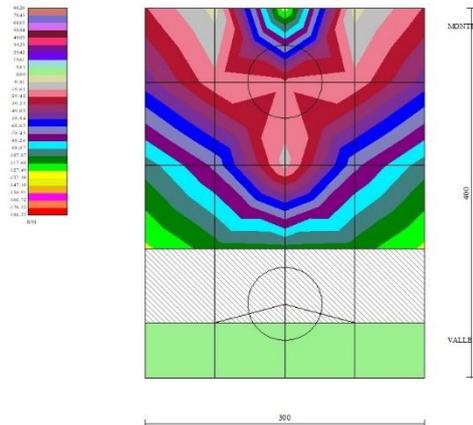


Fig. 16 - Piastra fondazione - Taglio Ty_{MAX} (Combinazione n° 1)

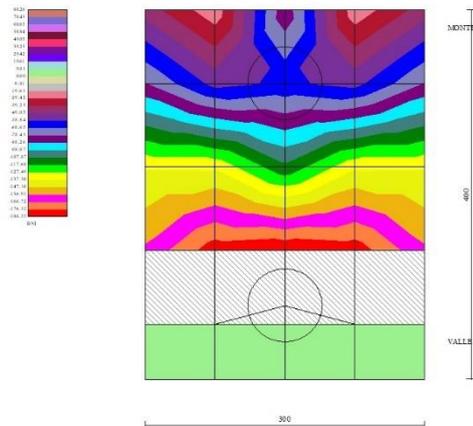


Fig. 17 - Piastra fondazione - Taglio Ty_{MIN} (Combinazione n° 2)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione
 A Tipo azione
 I Inclinazione della spinta, espressa in [°]
 V Valore dell'azione, espressa in [kN]
 C_x, C_y Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
 P_x, P_y Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	66.97	23.33	61.50	26.52	2.60	-3.26
	Incremento di spinta sismica		69.11	63.46	27.37	2.60	-2.50
	Peso/Inerzia muro			46.29	160.23/23.14	0.24	-3.57
	Peso/Inerzia terrapieno			63.70	220.48/31.85	1.30	-2.00
	Resistenza pali			-244.18			

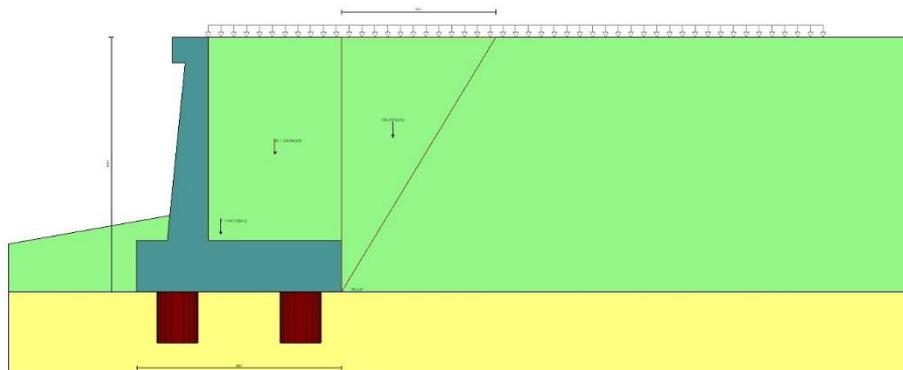


Fig. 20 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

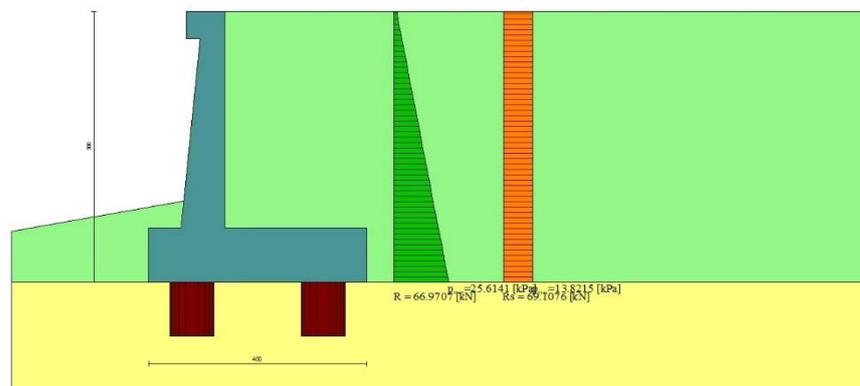


Fig. 21 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

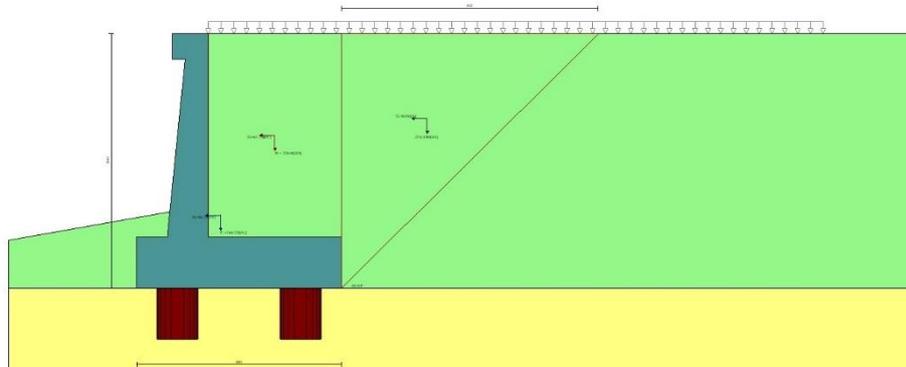


Fig. 22 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

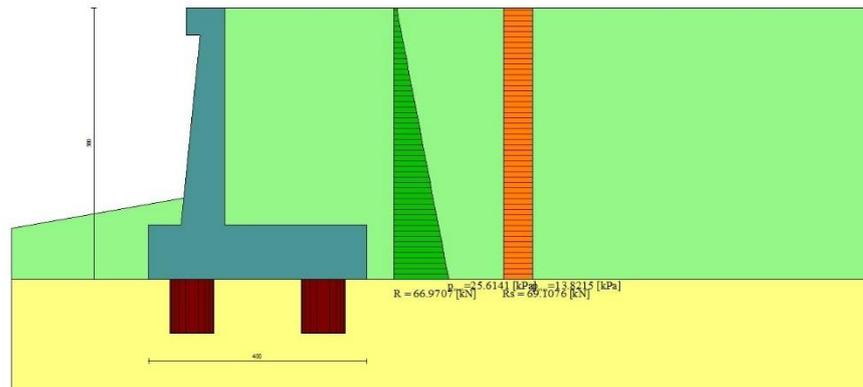


Fig. 23 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	489.59	234.94	522.71	1197.48	0.621
2 - STR (A1-M1-R3)	375.12	224.53	620.62	1055.58	0.840
3 - GEO (A2-M2-R2)	489.59	234.94	522.71	1197.48	0.621
4 - GEO (A2-M2-R2)	375.12	224.53	620.62	1055.58	0.840

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	354.33	0.00	-352.40
	2	1114.43	0.00	-352.40

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.039					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.087					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.245		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.254		

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

M _x , M _y	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M _{xy}	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T _x , T _y	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0.00	3.07	3.51	0.00	0.00	0.38	0.44
2	-0.10	4.35	5.15	1.28	1.45	0.36	0.40
3	-0.20	5.67	6.84	2.62	2.96	0.45	0.50
4	-0.30	7.03	8.57	4.01	4.52	0.66	0.74
5	-0.40	8.43	10.35	5.45	6.13	1.01	1.12
6	-0.50	9.87	12.18	6.94	7.79	1.48	1.65
7	-0.60	11.35	14.06	8.49	9.51	2.10	2.33
8	-0.70	12.87	15.98	10.08	11.28	2.85	3.17
9	-0.80	14.43	17.96	11.73	13.09	3.76	4.17
10	-0.90	16.03	19.97	13.43	14.96	4.81	5.33
11	-1.00	17.68	22.04	15.18	16.89	6.02	6.67
12	-1.10	19.36	24.15	16.99	18.86	7.40	8.18
13	-1.20	21.08	26.32	18.84	20.89	8.94	9.88
14	-1.30	22.85	28.52	20.75	22.96	10.65	11.76
15	-1.40	24.65	30.78	22.71	25.09	12.54	13.83
16	-1.50	26.49	33.08	24.72	27.28	14.60	16.09
17	-1.60	28.38	35.43	26.79	29.51	16.86	18.56
18	-1.70	30.30	37.83	28.90	31.80	19.30	21.23
19	-1.80	32.27	40.28	31.07	34.13	21.94	24.11
20	-1.90	34.27	42.77	33.29	36.52	24.78	27.20
21	-2.00	36.32	45.31	35.56	38.97	27.82	30.51
22	-2.10	38.40	47.90	37.88	41.46	31.08	34.05
23	-2.20	40.53	50.53	40.26	44.00	34.54	37.81
24	-2.30	42.69	53.21	42.69	46.60	38.23	41.81
25	-2.40	44.90	55.94	45.17	49.25	42.14	46.05
26	-2.50	47.15	58.72	47.70	51.95	46.28	50.53
27	-2.60	49.44	61.54	50.28	54.71	50.66	55.25
28	-2.70	51.76	64.41	52.92	57.51	55.27	60.23
29	-2.80	54.13	67.33	55.60	60.37	60.12	65.47
30	-2.90	56.54	70.30	58.34	63.28	65.23	70.97
31	-3.00	58.99	73.31	61.13	66.24	70.58	76.73
32	-3.10	61.48	76.37	63.98	69.25	76.20	82.77
33	-3.20	64.00	79.48	66.87	72.32	82.07	89.08
34	-3.30	66.57	82.64	69.82	75.44	88.22	95.68
35	-3.40	69.18	85.84	72.82	78.60	94.63	102.55
36	-3.50	71.83	89.09	75.87	81.83	101.32	109.72
37	-3.60	74.52	92.39	78.97	85.10	108.30	117.19
38	-3.70	77.25	95.73	82.13	88.42	115.56	124.95
39	-3.80	80.02	99.13	85.33	91.80	123.11	133.02
40	-3.90	82.83	102.57	88.59	95.23	130.96	141.40
41	-4.00	85.69	106.05	91.90	98.71	139.11	150.10

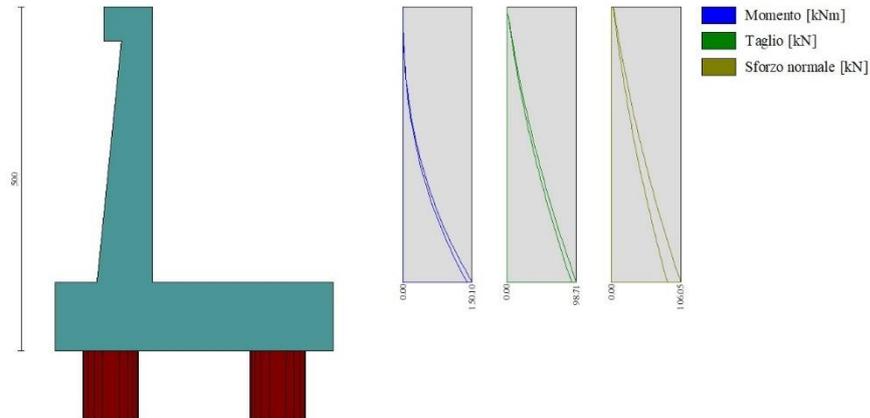


Fig. 24 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.17	0.04	0.05
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.34	0.17	0.19
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.51	0.38	0.44



Fig. 25 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.45	-0.06	-0.15	0.36	7.08	MAX
	0.45	-0.06	-0.15	0.36	7.08	MIN
2	0.18	0.09	-0.01	0.23	7.46	MAX
	0.18	0.09	-0.01	0.23	7.46	MIN
3	-1.33	-4.44	-0.03	0.00	7.46	MAX
	-1.33	-4.44	-0.03	0.00	7.46	MIN
4	-1.34	-4.45	-0.19	0.00	7.08	MAX
	-1.34	-4.45	-0.19	0.00	7.08	MIN
5	0.01	-0.01	0.00	0.00	7.38	MAX
	0.01	-0.01	0.00	0.00	7.38	MIN
6	-1.33	-4.44	0.00	0.00	7.38	MAX
	-1.33	-4.44	0.00	0.00	7.38	MIN
7	-46.86	-156.21	1.88	0.00	-112.77	MAX
	-81.91	-273.02	-3.23	0.00	-182.73	MIN
8	-50.71	-169.02	12.11	0.00	-129.76	MAX
	-79.43	-264.75	1.38	0.00	-158.63	MIN
9	-50.71	-169.02	12.11	0.00	-129.76	MAX

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-79.43	-264.75	1.38	0.00	-158.63	MIN
10	-44.18	-147.28	0.00	0.00	-111.78	MAX
	-81.54	-271.80	0.00	0.00	-185.49	MIN
11	0.18	0.09	0.01	-0.23	7.46	MAX
	0.18	0.09	0.01	-0.23	7.46	MIN
12	-1.33	-4.44	0.03	0.00	7.46	MAX
	-1.33	-4.44	0.03	0.00	7.46	MIN
13	-46.86	-156.21	3.23	0.00	-112.77	MAX
	-81.91	-273.02	-1.88	0.00	-182.73	MIN
14	-16.55	-57.45	-1.74	17.67	-76.12	MAX
	-18.56	-106.89	-7.36	12.71	-135.59	MIN
15	8.74	-54.10	-0.68	27.58	-103.82	MAX
	5.95	-108.63	-6.55	22.87	-136.30	MIN
16	-20.81	-32.87	0.00	0.00	-16.76	MAX
	-25.86	-96.98	0.00	0.00	-110.44	MIN
17	-16.55	-57.45	7.36	-12.71	-76.12	MAX
	-18.56	-106.89	1.74	-17.67	-135.59	MIN
18	0.45	-0.06	0.15	-0.36	7.08	MAX
	0.45	-0.06	0.15	-0.36	7.08	MIN
19	-1.34	-4.45	0.19	0.00	7.08	MAX
	-1.34	-4.45	0.19	0.00	7.08	MIN
20	-50.71	-169.02	-1.38	0.00	-129.76	MAX
	-79.43	-264.75	-12.11	0.00	-158.63	MIN
21	8.74	-54.10	6.55	-22.87	-103.82	MAX
	5.95	-108.63	0.68	-27.58	-136.30	MIN
22	4.67	-15.62	-2.49	83.19	-22.83	MAX
	4.09	-26.33	-3.93	38.18	-55.61	MIN
23	4.55	-7.08	-6.42	17.45	-54.15	MAX
	1.57	-23.12	-6.62	5.04	-79.26	MIN
24	-48.88	-67.52	0.00	0.00	-27.54	MAX
	-110.21	-104.50	0.00	0.00	-60.74	MIN
25	4.67	-15.62	3.93	-38.18	-22.83	MAX
	4.09	-26.33	2.49	-83.19	-55.61	MIN
26	4.55	-7.08	6.62	-5.04	-54.15	MAX
	1.57	-23.12	6.42	-17.45	-79.26	MIN
27	-7.23	-8.45	1.24	10.36	-6.18	MAX
	-26.03	-15.37	0.03	1.25	-22.76	MIN
28	3.72	6.65	-1.24	19.25	-30.42	MAX
	3.16	4.52	-1.98	4.60	-44.55	MIN
29	-4.28	21.46	0.00	0.00	-86.08	MAX
	-25.44	9.70	0.00	0.00	-133.35	MIN
30	-7.23	-8.45	-0.03	-1.25	-6.18	MAX
	-26.03	-15.37	-1.24	-10.36	-22.76	MIN
31	3.72	6.65	1.98	-4.60	-30.42	MAX
	3.16	4.52	1.24	-19.25	-44.55	MIN

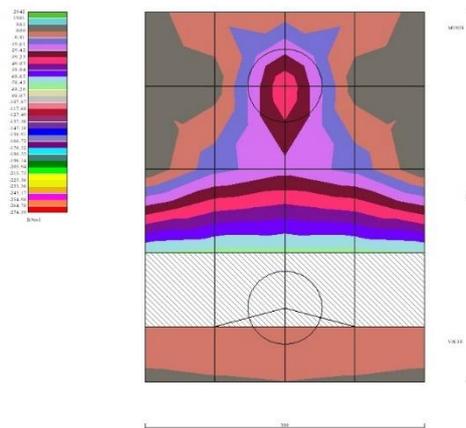


Fig. 26 - Piastra fondazione - Momento $M_{X_{MAX}}$ (Combinazione n° 2)

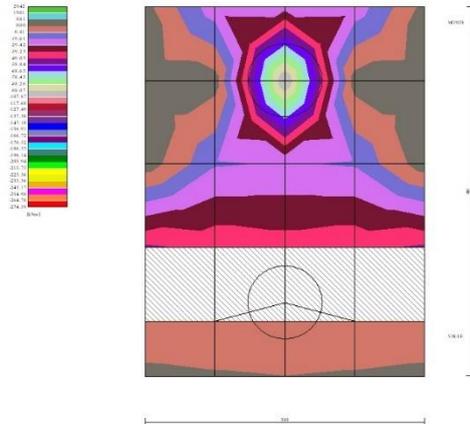


Fig. 27 - Piastra fondazione - Momento M_{xMIN} (Combinazione n° 1)

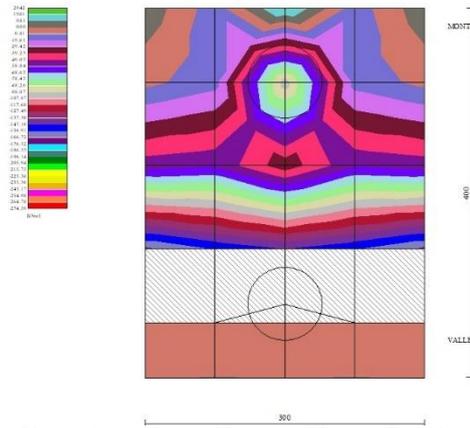


Fig. 28 - Piastra fondazione - Momento M_{yMAX} (Combinazione n° 1)

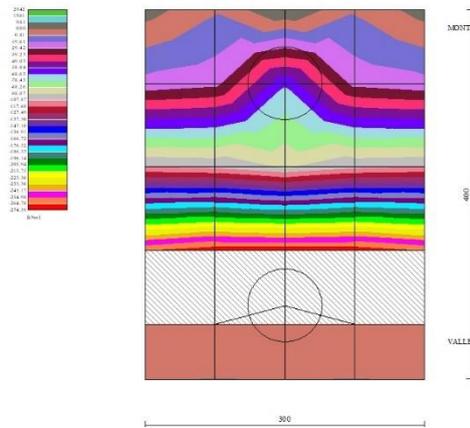


Fig. 29 - Piastra fondazione - Momento M_{yMIN} (Combinazione n° 2)

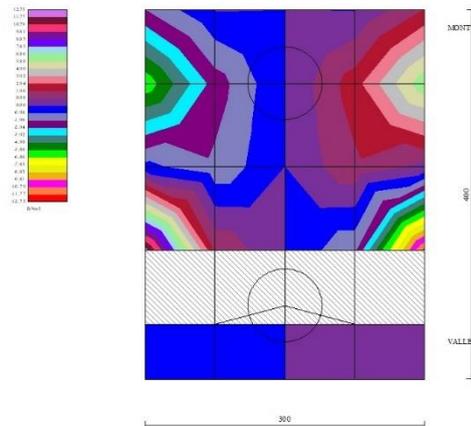


Fig. 30 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 2)

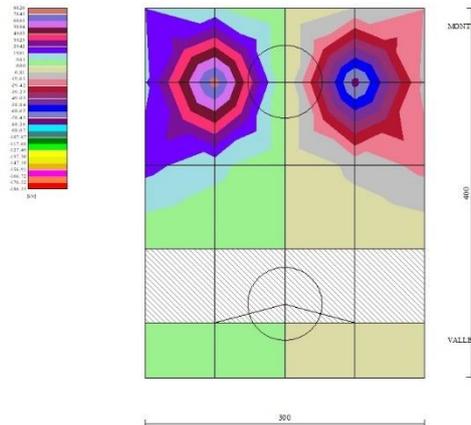


Fig. 31 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

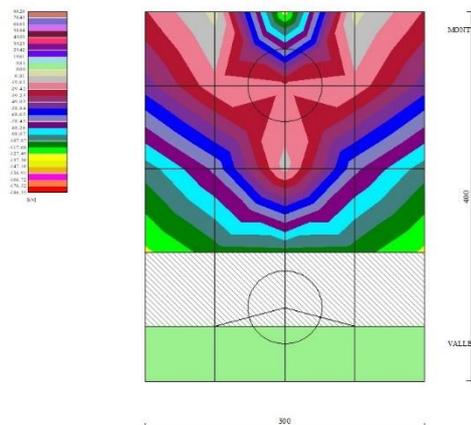


Fig. 32 - Piastra fondazione - Taglio TyMAX (Combinazione n° 1)

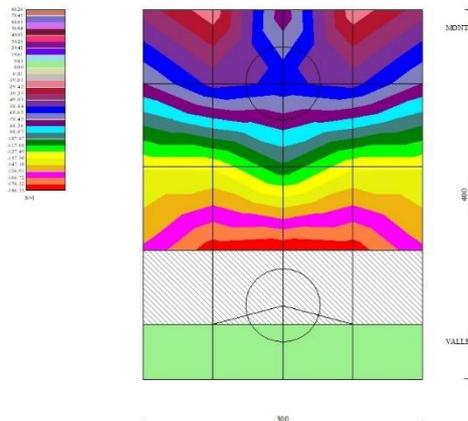


Fig. 33 - Piastra fondazione - Taglio T_{yMIN} (Combinazione n° 2)

10.4.3 Combinazione eccezionale d'urto

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R_{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	R_{ck} 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk} [kPa]	f_{uk} [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

Tipologie pali

Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	palo D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 3.00 [m]

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	4.00	[m]
Altezza paramento libero	3.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.80	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.60	[m]
Lunghezza totale	4.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

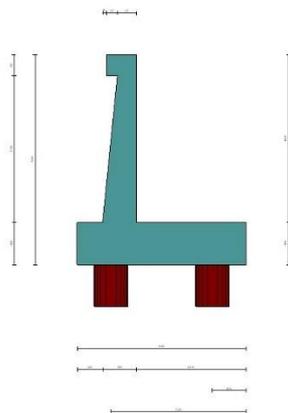


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione pali di fondazione

Simbologia adottata

- n° numero d'ordine della fila
- X ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
- I interasse tra i pali, espressa in [m]
- f franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
- Np Numero di pali della fila
- D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
- L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
- α inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
- ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	palo D800	0.80	3.00	0.20	1	80.00	14.00	0.00	Centrati
2	palo D800	3.20	3.00	0.50	1	80.00	14.00	0.00	Centrati

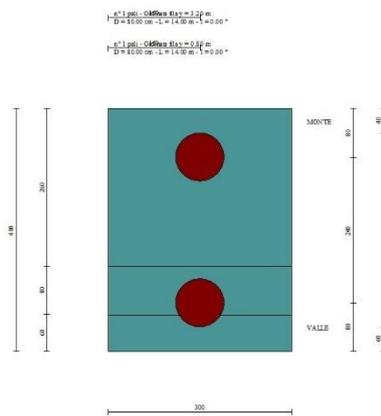


Fig. 2 - Pianta pali

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

- n° Indice del terreno
- Descr Descrizione terreno
- γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
- γs Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
- φ Angolo d'attrito interno espresso in [°]
- δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
- c Coesione espressa in [kPa]
- ca Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
 τ_l Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL-argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	5	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	5	0			(MIN)
				27.000	27.000	5	0			(MED)
3	unità GS- ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato
H Spessore dello strato espresso in [m]
 α Inclinazione espressa in [°]
Terreno Terreno dello strato
Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm²/cm
Per calcolo pali (solo se presenti)
Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
Ks Coefficiente di spinta
Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	5.00	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	4.00	0.000	unità AL-argilla limosa	0.000	0.000	10.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità GS- ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	10.000	0.000	1.000	---	---

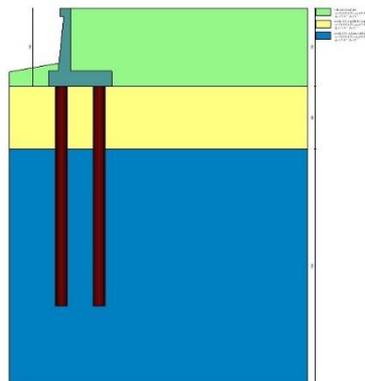


Fig. 3 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
Momento positivo senso antiorario.
X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M Momento espresso in [kNm]
X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i Intensità del carico per x=X_i espressa in [kN]
Q_f Intensità del carico per x=X_f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

Condizione n° 2 (URTO) - ECCEZIONALE

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.40; 0.00	35.3400	0.0000	35.3400				

Condizione n° 3 (Condizione 3) - VARIABILE

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	γ_s	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	γ_t	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	γ_{st}	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	γ_t	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70 \quad \zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff. γ_6 e γ_0 , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
URTO	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
URTO	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.252955
Longitudine	12.845236
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.984	0.905
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.202	0.092
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.480	2.437
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.336	0.296
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	B	1.199	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T2	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	1.000	24.248	12.124
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.248	12.124
Esercizio	1.000	11.073	5.537

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI

Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO
<u>Spostamenti</u>	
Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	10.00 [cm]
<u>Opzioni calcolo pali</u>	
<i>Portanza verticale</i>	
Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ($k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$)
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta σ_v con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica
<i>Portanza trasversale</i>	
Costante di Winkler: da strato	Criterio rottura palo-terreno
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Non attivo
<i>Cedimenti</i>	
Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	102.02	23.33	93.68	40.40	2.60	-3.00
	Peso/Inerzia muro			0.00	160.23/0.00	0.24	-3.57
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	220.48/0.00	1.30	-2.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	5.26	-1.09	-3.78
	Risultante forze sul muro			35.34	0.00	--	--
	Resistenza pali			-196.32			

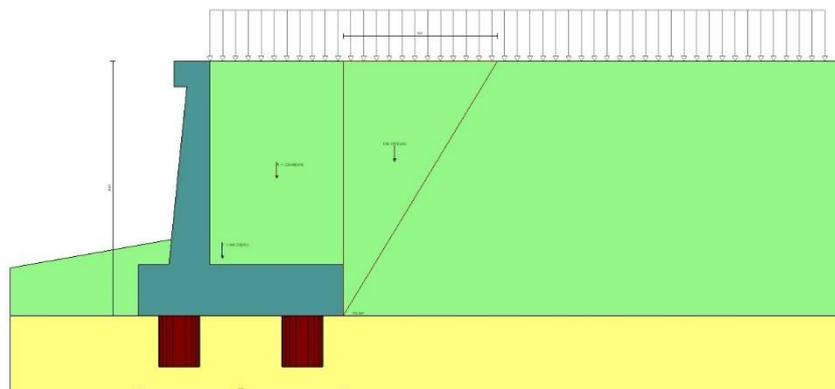


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

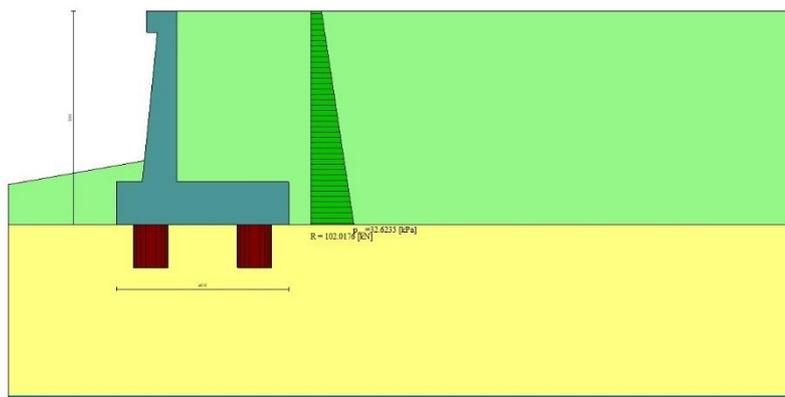


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

ecc Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	426.37	129.02	399.48	1021.23	0.541
2 - GEO (A2-M2-R2)	425.55	150.07	438.54	1017.97	0.638

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb Indice/Tipo combinazione
Ip Indice palo
N Sforzo normale, espresso in [kN]
M Momento, espresso in [kNm]
T Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	351.21	0.00	-193.52
	2	927.87	0.00	-193.52

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb Indice/Tipo combinazione
S Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS_{SCO} Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS_{RIB} Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS_{QLIM} Coeff. di sicurezza a carico limite
FS_{STAB} Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS_{HYD} Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS_{SUPL} Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.522					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.436		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	11.47	3.436

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]
Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	35.34	35.72
2	-0.10	4.34	35.99	39.23

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
3	-0.20	5.65	36.68	42.79
4	-0.30	7.01	37.41	46.41
5	-0.40	8.41	38.19	50.09
6	-0.50	9.86	39.02	53.85
7	-0.60	11.35	39.89	57.67
8	-0.70	12.89	40.80	61.56
9	-0.80	14.46	41.76	65.54
10	-0.90	16.08	42.76	69.60
11	-1.00	17.75	43.81	73.75
12	-1.10	19.46	44.91	77.99
13	-1.20	21.21	46.05	82.32
14	-1.30	23.01	47.23	86.76
15	-1.40	24.85	48.46	91.29
16	-1.50	26.74	49.73	95.94
17	-1.60	28.66	51.05	100.70
18	-1.70	30.64	52.41	105.57
19	-1.80	32.65	53.82	110.57
20	-1.90	34.71	55.27	115.68
21	-2.00	36.82	56.77	120.93
22	-2.10	38.96	58.31	126.31
23	-2.20	41.16	59.90	131.83
24	-2.30	43.39	61.53	137.48
25	-2.40	45.67	63.21	143.28
26	-2.50	47.99	64.93	149.23
27	-2.60	50.36	66.70	155.33
28	-2.70	52.77	68.51	161.59
29	-2.80	55.23	70.37	168.01
30	-2.90	57.72	72.27	174.60
31	-3.00	60.27	74.22	181.35
32	-3.10	62.85	76.21	188.28
33	-3.20	65.48	78.25	195.38
34	-3.30	68.16	80.33	202.67
35	-3.40	70.87	82.46	210.14
36	-3.50	73.63	84.63	217.80
37	-3.60	76.44	86.84	225.65
38	-3.70	79.29	89.10	233.70
39	-3.80	82.18	91.41	241.95
40	-3.90	85.12	93.76	250.41
41	-4.00	88.10	96.16	259.08

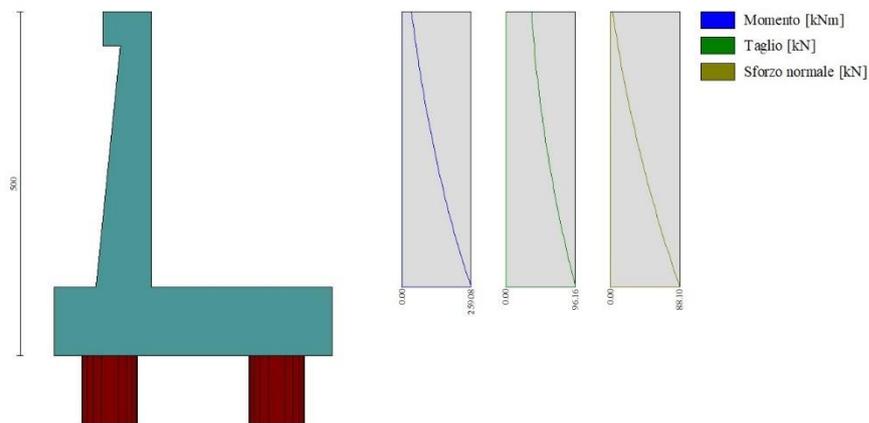


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

Mensola valle

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 7 - Mensola valle (Inviluppo)

Piastra fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.67	-0.09	-0.04	0.82	9.24
2	-0.29	0.29	-0.01	0.32	9.55
3	-1.59	-5.32	-0.01	0.00	9.55
4	-1.76	-5.86	-0.22	0.00	9.24
5	0.33	0.06	0.07	0.08	9.50
6	-1.78	-5.92	-1.08	0.00	9.45
7	-47.45	-158.17	-3.15	0.00	-113.95
8	-51.19	-170.63	1.56	0.00	-130.24
9	-51.19	-170.63	1.56	0.00	-130.24
10	0.74	0.20	0.19	0.00	10.73
11	-1.94	-6.46	0.20	0.00	10.73
12	-18.52	-58.28	-7.26	12.79	-77.13
13	6.00	-55.02	-6.45	22.95	-104.37
14	-44.81	-149.37	0.00	0.00	-113.02
15	-20.90	-33.95	0.00	0.00	-18.33
16	-47.45	-158.17	3.15	0.00	-113.95
17	-18.52	-58.28	7.26	-12.79	-77.13
18	0.35	-0.27	0.37	-0.33	9.30
19	-1.80	-5.99	0.36	0.00	9.30
20	-51.19	-170.63	-1.56	0.00	-130.24
21	6.00	-55.02	6.45	-22.95	-104.37
22	4.10	-15.80	-3.90	82.44	-23.38
23	4.50	-7.35	-6.42	17.24	-54.57
24	-109.17	-103.88	0.00	0.00	-28.10
25	4.10	-15.80	3.90	-82.44	-23.38
26	4.50	-7.35	6.42	-17.24	-54.57
27	-25.71	-15.25	1.22	10.21	-6.46
28	3.17	6.62	-1.25	19.00	-30.65
29	-25.09	21.26	0.00	0.00	-132.55
30	-25.71	-15.25	-1.22	-10.21	-6.46
31	3.17	6.62	1.25	-19.00	-30.65

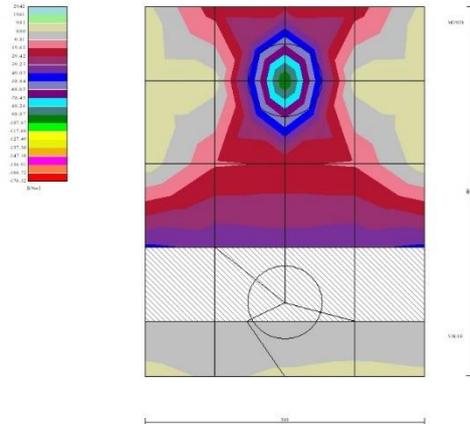


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti Mx (Combinazione n° 1)

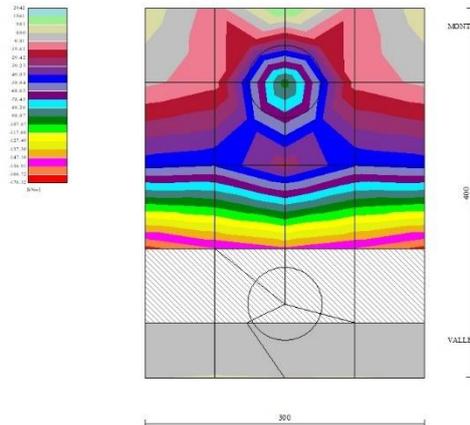


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti My (Combinazione n° 1)

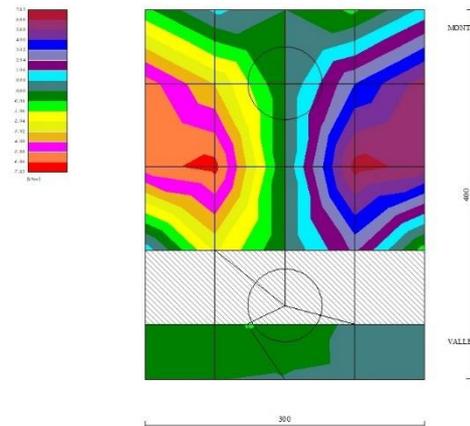


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 1)

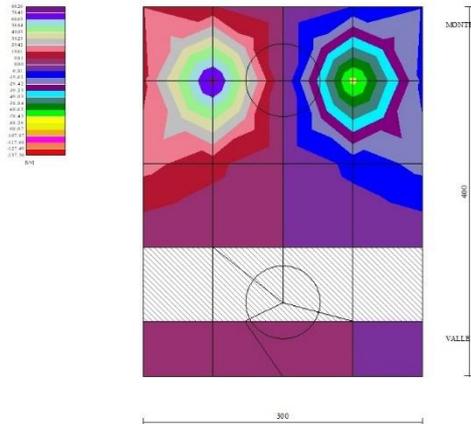


Fig. 11 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

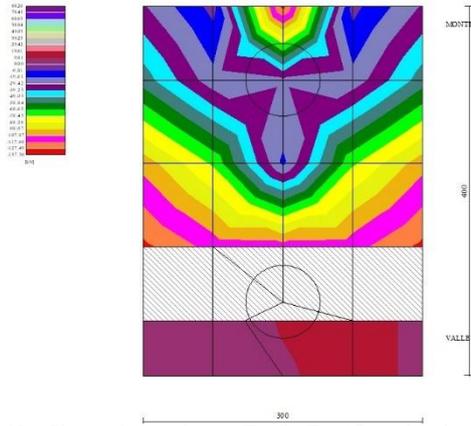


Fig. 12 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 1)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	102.02	23.33	93.68	40.40	2.60	-3.00
	Peso/Inerzia muro			0.00	160.23/0.00	0.24	-3.57
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	220.48/0.00	1.30	-2.00
	Peso/Inerzia terreno sulla fondazione di valle			0.00	5.26	-1.09	-3.78
	Risultante forze sul muro			35.34	0.00	--	--
	Resistenza pali			-196.32			

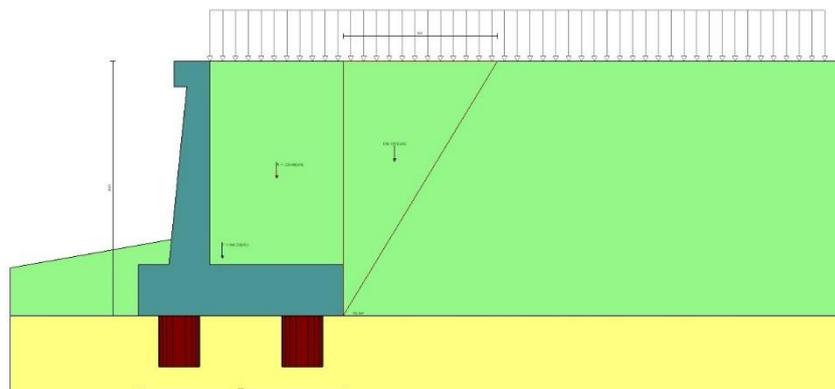


Fig. 15 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

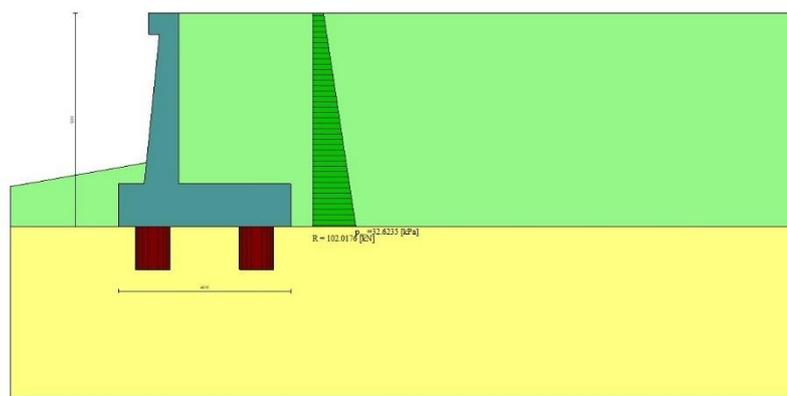


Fig. 16 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

ecc Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	426.37	129.02	399.48	1021.23	0.541
2 - GEO (A2-M2-R2)	425.55	150.07	438.54	1017.97	0.638

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb Indice/Tipo combinazione
Ip Indice palo
N Sforzo normale, espresso in [kN]
M Momento, espresso in [kNm]
T Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	351.21	0.00	-193.52
	2	927.87	0.00	-193.52

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb Indice/Tipo combinazione
S Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS_{SCO} Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS_{RIB} Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS_{QLIM} Coeff. di sicurezza a carico limite
FS_{STAB} Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS_{HYD} Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS_{SUPL} Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.522					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.436		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	11.47	3.436

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]
Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0.00	3.07	3.07	35.34	35.34	35.72	35.72
2	-0.10	4.34	4.34	35.99	35.99	39.23	39.23
3	-0.20	5.65	5.65	36.68	36.68	42.79	42.79
4	-0.30	7.01	7.01	37.41	37.41	46.41	46.41

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
5	-0.40	8.41	8.41	38.19	38.19	50.09	50.09
6	-0.50	9.86	9.86	39.02	39.02	53.85	53.85
7	-0.60	11.35	11.35	39.89	39.89	57.67	57.67
8	-0.70	12.89	12.89	40.80	40.80	61.56	61.56
9	-0.80	14.46	14.46	41.76	41.76	65.54	65.54
10	-0.90	16.08	16.08	42.76	42.76	69.60	69.60
11	-1.00	17.75	17.75	43.81	43.81	73.75	73.75
12	-1.10	19.46	19.46	44.91	44.91	77.99	77.99
13	-1.20	21.21	21.21	46.05	46.05	82.32	82.32
14	-1.30	23.01	23.01	47.23	47.23	86.76	86.76
15	-1.40	24.85	24.85	48.46	48.46	91.29	91.29
16	-1.50	26.74	26.74	49.73	49.73	95.94	95.94
17	-1.60	28.66	28.66	51.05	51.05	100.70	100.70
18	-1.70	30.64	30.64	52.41	52.41	105.57	105.57
19	-1.80	32.65	32.65	53.82	53.82	110.57	110.57
20	-1.90	34.71	34.71	55.27	55.27	115.68	115.68
21	-2.00	36.82	36.82	56.77	56.77	120.93	120.93
22	-2.10	38.96	38.96	58.31	58.31	126.31	126.31
23	-2.20	41.16	41.16	59.90	59.90	131.83	131.83
24	-2.30	43.39	43.39	61.53	61.53	137.48	137.48
25	-2.40	45.67	45.67	63.21	63.21	143.28	143.28
26	-2.50	47.99	47.99	64.93	64.93	149.23	149.23
27	-2.60	50.36	50.36	66.70	66.70	155.33	155.33
28	-2.70	52.77	52.77	68.51	68.51	161.59	161.59
29	-2.80	55.23	55.23	70.37	70.37	168.01	168.01
30	-2.90	57.72	57.72	72.27	72.27	174.60	174.60
31	-3.00	60.27	60.27	74.22	74.22	181.35	181.35
32	-3.10	62.85	62.85	76.21	76.21	188.28	188.28
33	-3.20	65.48	65.48	78.25	78.25	195.38	195.38
34	-3.30	68.16	68.16	80.33	80.33	202.67	202.67
35	-3.40	70.87	70.87	82.46	82.46	210.14	210.14
36	-3.50	73.63	73.63	84.63	84.63	217.80	217.80
37	-3.60	76.44	76.44	86.84	86.84	225.65	225.65
38	-3.70	79.29	79.29	89.10	89.10	233.70	233.70
39	-3.80	82.18	82.18	91.41	91.41	241.95	241.95
40	-3.90	85.12	85.12	93.76	93.76	250.41	250.41
41	-4.00	88.10	88.10	96.16	96.16	259.08	259.08

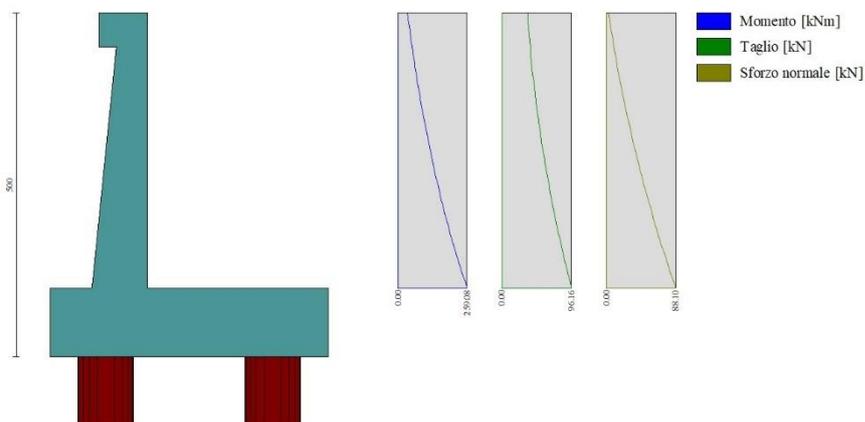


Fig. 17 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.02	0.04	0.04
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.04	0.17	0.17
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.07	0.38	0.38



Fig. 18 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.67	-0.09	-0.04	0.82	9.24	MAX
	0.67	-0.09	-0.04	0.82	9.24	MIN
2	-0.29	0.29	-0.01	0.32	9.55	MAX
	-0.29	0.29	-0.01	0.32	9.55	MIN
3	-1.59	-5.32	-0.01	0.00	9.55	MAX
	-1.59	-5.32	-0.01	0.00	9.55	MIN
4	-1.76	-5.86	-0.22	0.00	9.24	MAX
	-1.76	-5.86	-0.22	0.00	9.24	MIN
5	0.33	0.06	0.07	0.08	9.50	MAX
	0.33	0.06	0.07	0.08	9.50	MIN
6	-1.78	-5.92	-1.08	0.00	9.45	MAX
	-1.78	-5.92	-1.08	0.00	9.45	MIN
7	-47.45	-158.17	-3.15	0.00	-113.95	MAX
	-47.45	-158.17	-3.15	0.00	-113.95	MIN
8	-51.19	-170.63	1.56	0.00	-130.24	MAX
	-51.19	-170.63	1.56	0.00	-130.24	MIN
9	-51.19	-170.63	1.56	0.00	-130.24	MAX
	-51.19	-170.63	1.56	0.00	-130.24	MIN
10	0.74	0.20	0.19	0.00	10.73	MAX
	0.74	0.20	0.19	0.00	10.73	MIN
11	-1.94	-6.46	0.20	0.00	10.73	MAX
	-1.94	-6.46	0.20	0.00	10.73	MIN
12	-18.52	-58.28	-7.26	12.79	-77.13	MAX
	-18.52	-58.28	-7.26	12.79	-77.13	MIN
13	6.00	-55.02	-6.45	22.95	-104.37	MAX
	6.00	-55.02	-6.45	22.95	-104.37	MIN
14	-44.81	-149.37	0.00	0.00	-113.02	MAX
	-44.81	-149.37	0.00	0.00	-113.02	MIN
15	-20.90	-33.95	0.00	0.00	-18.33	MAX
	-20.90	-33.95	0.00	0.00	-18.33	MIN
16	-47.45	-158.17	3.15	0.00	-113.95	MAX
	-47.45	-158.17	3.15	0.00	-113.95	MIN
17	-18.52	-58.28	7.26	-12.79	-77.13	MAX
	-18.52	-58.28	7.26	-12.79	-77.13	MIN
18	0.35	-0.27	0.37	-0.33	9.30	MAX
	0.35	-0.27	0.37	-0.33	9.30	MIN
19	-1.80	-5.99	0.36	0.00	9.30	MAX
	-1.80	-5.99	0.36	0.00	9.30	MIN
20	-51.19	-170.63	-1.56	0.00	-130.24	MAX
	-51.19	-170.63	-1.56	0.00	-130.24	MIN
21	6.00	-55.02	6.45	-22.95	-104.37	MAX
	6.00	-55.02	6.45	-22.95	-104.37	MIN
22	4.10	-15.80	-3.90	82.44	-23.38	MAX
	4.10	-15.80	-3.90	82.44	-23.38	MIN
23	4.50	-7.35	-6.42	17.24	-54.57	MAX
	4.50	-7.35	-6.42	17.24	-54.57	MIN
24	-109.17	-103.88	0.00	0.00	-28.10	MAX
	-109.17	-103.88	0.00	0.00	-28.10	MIN
25	4.10	-15.80	3.90	-82.44	-23.38	MAX
	4.10	-15.80	3.90	-82.44	-23.38	MIN
26	4.50	-7.35	6.42	-17.24	-54.57	MAX
	4.50	-7.35	6.42	-17.24	-54.57	MIN
27	-25.71	-15.25	1.22	10.21	-6.46	MAX
	-25.71	-15.25	1.22	10.21	-6.46	MIN
28	3.17	6.62	-1.25	19.00	-30.65	MAX
	3.17	6.62	-1.25	19.00	-30.65	MIN
29	-25.09	21.26	0.00	0.00	-132.55	MAX
	-25.09	21.26	0.00	0.00	-132.55	MIN
30	-25.71	-15.25	-1.22	-10.21	-6.46	MAX

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
31	-25.71	-15.25	-1.22	-10.21	-6.46	MIN
	3.17	6.62	1.25	-19.00	-30.65	MAX
	3.17	6.62	1.25	-19.00	-30.65	MIN

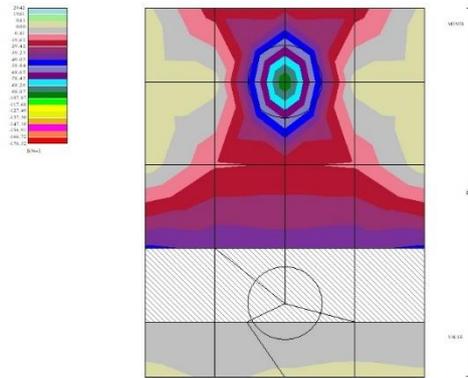


Fig. 19 - Piastra fondazione - Momento Mx (Combinazione n° 1)

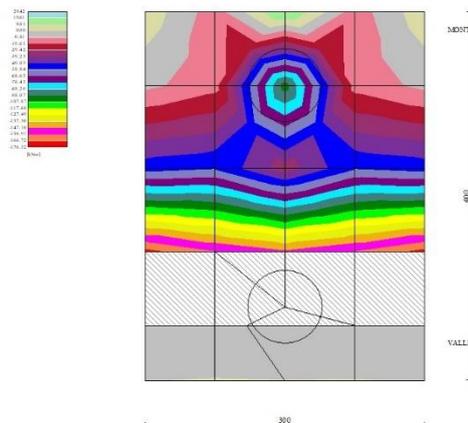


Fig. 20 - Piastra fondazione - Momento My (Combinazione n° 1)

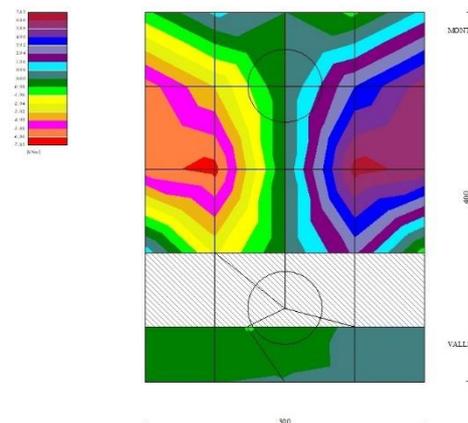


Fig. 21 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 1)

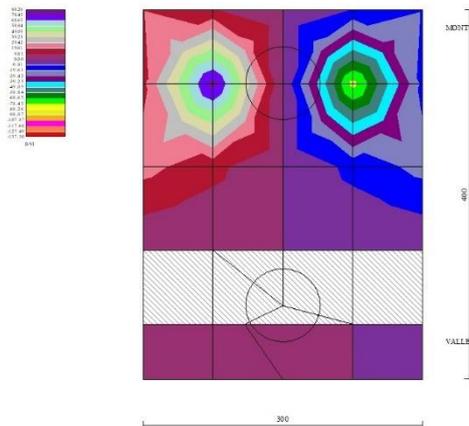


Fig. 22 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

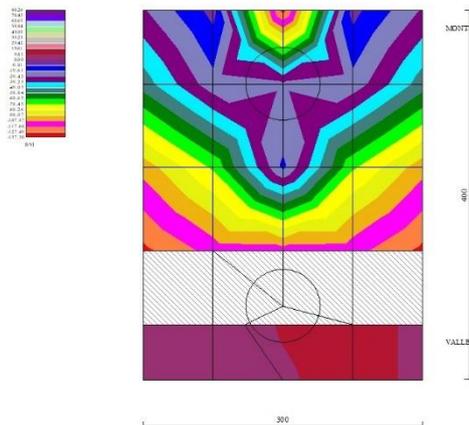


Fig. 23 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 1)

10.5 MURO TIPOLOGICO D1

10.5.1 Condizione statica

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	Rck [kPa]	E [kPa]	v	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk} [kPa]	f_{uk} [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

Tipologie pali

Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
1	palo D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 3.00 [m]

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	5.00	[m]
Altezza paramento libero	4.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.90	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.50	[m]

Lunghezza totale	4.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

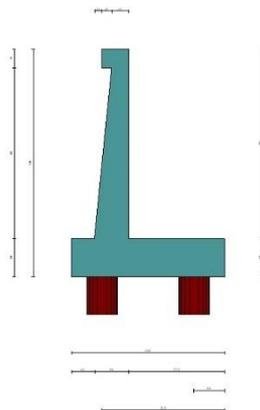


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione pali di fondazione

Simbologia adottata

- n° numero d'ordine della fila
- X ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
- I interasse tra i pali, espressa in [m]
- f franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
- Np Numero di pali della fila
- D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
- L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
- α inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
- ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	palo D800	0.80	3.00	0.20	1	80.00	17.00	0.00	Centrati
2	palo D800	3.20	3.00	0.50	1	80.00	17.00	0.00	Centrati

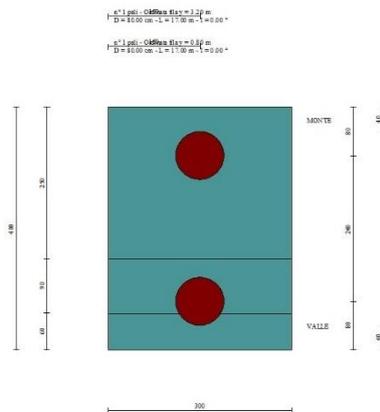


Fig. 2 - Pianta pali

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c		Cesp	τ_l	
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[°]	[kPa]	c_a		[kPa]	[kPa]
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0		0	(MIN)
				35.000	23.333	0	0		0	(MED)
2	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0		0	(MIN)
				27.000	27.000	0	0		0	(MED)
3	unità GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0		0	(MIN)
				35.000	35.000	0	0		0	(MED)

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')
 Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	α	Terreno	Kwn	Kwt	Kw	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
	[m]	[°]		[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]	[Kg/cm ²]				
1	6.00	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	4.00	0.000	unità AL- argilla limosa	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità GS-ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	100.000	0.500	1.000	---	---

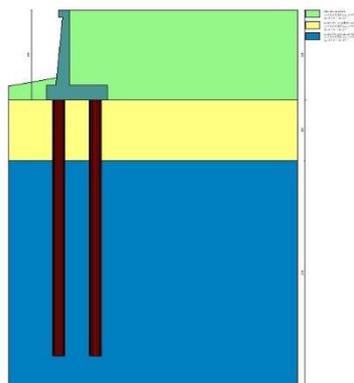


Fig. 3 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.	
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.	
Momento positivo senso antiorario.	
X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i Intensità del carico per x=X_i espressa in [kN]
Q_f Intensità del carico per x=X_f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF
Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	γ_s	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	γ_t	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	γ_{st}	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	γ_t	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$ $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:
- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.50	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.30	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune Poggio San Lorenzo
Provincia Rieti
Regione Lazio

Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T2	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale
 Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]

Opzioni calcolo pali

Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ($k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$)
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Non attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta σ_v con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

Portanza trasversale

Costante di Winkler: costante pari a 100.00 [Kg/cm ² /cm]	Criterio rottura palo-terreno
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Attivo

Cedimenti

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione
A Tipo azione
I Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	230.15	23.33	211.33	91.14	2.50	-3.50
	Peso/Inerzia muro			0.00	181.04/0.00	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	335.50/0.00	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-3086.72			
3	Spinta statica	174.83	23.33	160.53	69.24	2.50	-3.50
	Peso/Inerzia muro			0.00	181.04/0.00	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	312.00/0.00	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-4005.05			
4	Spinta statica	167.49	23.33	153.80	66.33	2.50	-3.53
	Peso/Inerzia muro			0.00	181.04/0.00	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	299.50/0.00	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-3844.76			
5	Spinta statica	145.50	23.33	133.60	57.62	2.50	-3.60
	Peso/Inerzia muro			0.00	181.04/0.00	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	262.00/0.00	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-3339.84			

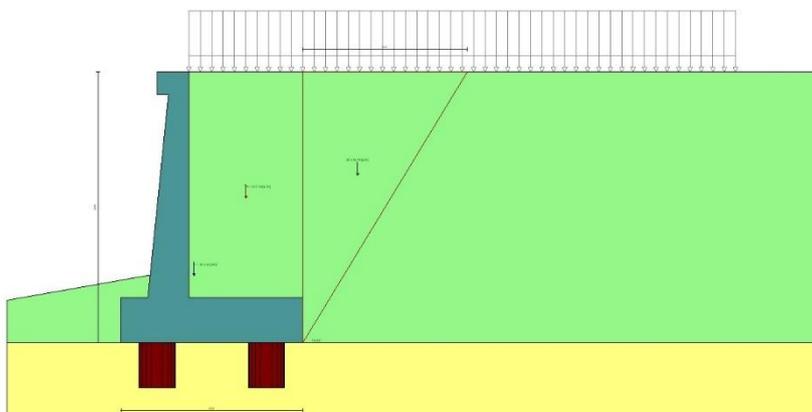


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

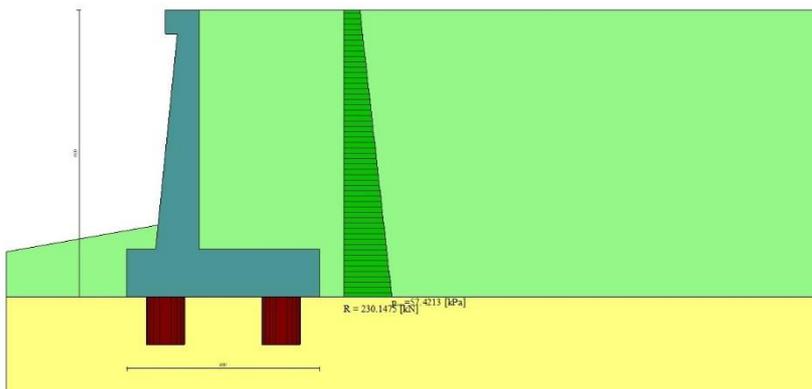


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	607.68	211.33	528.97	1578.24	0.273
2 - GEO (A2-M2-R2)	575.22	206.01	513.78	1463.90	0.348
3 - SLER	562.28	160.53	400.81	1426.02	0.176
4 - SLEF	546.87	153.80	380.61	1380.04	0.172
5 - SLEQ	500.66	133.60	320.01	1242.12	0.158

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	704.61	0.00	-316.98
	2	1118.44	0.00	-316.98
3 - SLER	1	719.89	0.00	-240.78
	2	966.93	0.00	-240.78
4 - SLEF	1	703.06	0.00	-230.69
	2	937.56	0.00	-230.69
5 - SLEQ	1	652.55	0.00	-200.39
	2	849.43	0.00	-200.39

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		14.606					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.387		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	12.22	2.387

Cedimenti pali

Simbologia adottata

Ic Indice combinazione
 Ip Indice palo
 w Cedimento, espresso in [cm]

Ic	Ip	w [cm]
3	1	0.1110
	2	0.1490
4	1	0.1084
	2	0.1445
5	1	0.1006
	2	0.1309

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]
 Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
 Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)
 I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.76	1.63	0.32
3	-0.20	6.51	3.33	0.40
4	-0.30	8.31	5.08	0.64
5	-0.40	10.15	6.89	1.04
6	-0.50	12.05	8.75	1.60
7	-0.60	14.00	10.68	2.33
8	-0.70	15.99	12.66	3.24
9	-0.80	18.04	14.70	4.33
10	-0.90	20.13	16.80	5.60
11	-1.00	22.27	18.96	7.07
12	-1.10	24.47	21.18	8.73
13	-1.20	26.71	23.46	10.60
14	-1.30	29.00	25.79	12.67
15	-1.40	31.35	28.18	14.96
16	-1.50	33.74	30.63	17.47
17	-1.60	36.18	33.14	20.20
18	-1.70	38.67	35.71	23.15
19	-1.80	41.21	38.33	26.35
20	-1.90	43.81	41.02	29.78
21	-2.00	46.45	43.76	33.45
22	-2.10	49.14	46.56	37.38
23	-2.20	51.88	49.42	41.56
24	-2.30	54.67	52.33	46.01
25	-2.40	57.50	55.31	50.72
26	-2.50	60.39	58.34	55.70
27	-2.60	63.33	61.44	60.96
28	-2.70	66.32	64.59	66.50
29	-2.80	69.36	67.80	72.33
30	-2.90	72.44	71.06	78.45
31	-3.00	75.58	74.39	84.87
32	-3.10	78.77	77.77	91.59
33	-3.20	82.00	81.21	98.63
34	-3.30	85.29	84.72	105.97
35	-3.40	88.63	88.27	113.64
36	-3.50	92.01	91.89	121.63
37	-3.60	95.44	95.57	129.95
38	-3.70	98.93	99.30	138.61
39	-3.80	102.46	103.09	147.61
40	-3.90	106.05	106.94	156.95
41	-4.00	109.68	110.85	166.65
42	-4.10	113.36	114.82	176.71
43	-4.20	117.10	118.85	187.12
44	-4.30	120.88	122.93	197.91
45	-4.40	124.71	127.07	209.06
46	-4.50	128.59	131.27	220.60
47	-4.60	132.52	135.53	232.52

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
48	-4.70	136.50	139.85	244.83
49	-4.80	140.53	144.23	257.53
50	-4.90	144.61	148.66	270.63
51	-5.00	148.74	153.15	284.14

Combinazione n° 3 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.59	1.22	0.33
3	-0.20	6.15	2.49	0.39
4	-0.30	7.76	3.80	0.57
5	-0.40	9.41	5.16	0.86
6	-0.50	11.11	6.56	1.28
7	-0.60	12.85	8.01	1.82
8	-0.70	14.63	9.50	2.49
9	-0.80	16.46	11.04	3.30
10	-0.90	18.33	12.62	4.24
11	-1.00	20.24	14.25	5.33
12	-1.10	22.20	15.92	6.57
13	-1.20	24.20	17.64	7.96
14	-1.30	26.25	19.40	9.50
15	-1.40	28.34	21.20	11.20
16	-1.50	30.47	23.05	13.06
17	-1.60	32.65	24.95	15.09
18	-1.70	34.87	26.89	17.29
19	-1.80	37.14	28.88	19.67
20	-1.90	39.45	30.91	22.23
21	-2.00	41.80	32.98	24.97
22	-2.10	44.20	35.10	27.90
23	-2.20	46.64	37.27	31.02
24	-2.30	49.12	39.48	34.33
25	-2.40	51.65	41.73	37.85
26	-2.50	54.22	44.03	41.57
27	-2.60	56.84	46.38	45.50
28	-2.70	59.50	48.77	49.64
29	-2.80	62.20	51.20	53.99
30	-2.90	64.95	53.68	58.57
31	-3.00	67.74	56.21	63.37
32	-3.10	70.57	58.78	68.40
33	-3.20	73.45	61.39	73.66
34	-3.30	76.38	64.05	79.15
35	-3.40	79.34	66.75	84.89
36	-3.50	82.35	69.50	90.88
37	-3.60	85.41	72.30	97.11
38	-3.70	88.51	75.13	103.59
39	-3.80	91.65	78.02	110.33
40	-3.90	94.83	80.95	117.34
41	-4.00	98.06	83.92	124.60
42	-4.10	101.34	86.94	132.14
43	-4.20	104.65	90.00	139.95
44	-4.30	108.01	93.11	148.04
45	-4.40	111.42	96.26	156.41
46	-4.50	114.87	99.46	165.06
47	-4.60	118.36	102.70	174.00
48	-4.70	121.90	105.99	183.24
49	-4.80	125.48	109.32	192.78
50	-4.90	129.10	112.70	202.61
51	-5.00	132.77	116.12	212.76

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.54	1.11	0.34
3	-0.20	6.05	2.27	0.39
4	-0.30	7.61	3.47	0.55
5	-0.40	9.22	4.71	0.81
6	-0.50	10.86	6.00	1.19
7	-0.60	12.56	7.34	1.68
8	-0.70	14.29	8.72	2.30
9	-0.80	16.07	10.14	3.03
10	-0.90	17.89	11.61	3.90
11	-1.00	19.76	13.13	4.89
12	-1.10	21.67	14.69	6.03
13	-1.20	23.62	16.29	7.30
14	-1.30	25.62	17.94	8.72
15	-1.40	27.66	19.63	10.28
16	-1.50	29.75	21.37	12.00
17	-1.60	31.88	23.16	13.87
18	-1.70	34.05	24.98	15.91
19	-1.80	36.27	26.86	18.11
20	-1.90	38.53	28.78	20.47
21	-2.00	40.83	30.74	23.02
22	-2.10	43.18	32.75	25.73

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
23	-2.20	45.57	34.80	28.63
24	-2.30	48.01	36.90	31.72
25	-2.40	50.49	39.04	34.99
26	-2.50	53.01	41.23	38.45
27	-2.60	55.58	43.46	42.12
28	-2.70	58.19	45.74	45.98
29	-2.80	60.85	48.06	50.05
30	-2.90	63.54	50.43	54.33
31	-3.00	66.29	52.84	58.83
32	-3.10	69.07	55.30	63.54
33	-3.20	71.91	57.80	68.47
34	-3.30	74.78	60.35	73.63
35	-3.40	77.70	62.94	79.02
36	-3.50	80.66	65.57	84.64
37	-3.60	83.67	68.26	90.50
38	-3.70	86.72	70.98	96.60
39	-3.80	89.81	73.75	102.95
40	-3.90	92.95	76.57	109.55
41	-4.00	96.13	79.43	116.40
42	-4.10	99.35	82.34	123.51
43	-4.20	102.62	85.29	130.89
44	-4.30	105.93	88.28	138.53
45	-4.40	109.29	91.32	146.44
46	-4.50	112.69	94.41	154.62
47	-4.60	116.13	97.54	163.09
48	-4.70	119.62	100.71	171.84
49	-4.80	123.15	103.93	180.87
50	-4.90	126.73	107.20	190.20
51	-5.00	130.35	110.51	199.82

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.39	0.77	0.35
3	-0.20	5.76	1.59	0.39
4	-0.30	7.18	2.46	0.49
5	-0.40	8.64	3.37	0.67
6	-0.50	10.14	4.32	0.93
7	-0.60	11.68	5.32	1.28
8	-0.70	13.27	6.36	1.71
9	-0.80	14.91	7.45	2.23
10	-0.90	16.58	8.58	2.85
11	-1.00	18.31	9.76	3.57
12	-1.10	20.07	10.98	4.40
13	-1.20	21.88	12.25	5.33
14	-1.30	23.73	13.56	6.37
15	-1.40	25.63	14.92	7.53
16	-1.50	27.57	16.32	8.81
17	-1.60	29.55	17.77	10.21
18	-1.70	31.58	19.26	11.75
19	-1.80	33.65	20.80	13.41
20	-1.90	35.77	22.38	15.21
21	-2.00	37.93	24.01	17.15
22	-2.10	40.13	25.68	19.24
23	-2.20	42.38	27.39	21.47
24	-2.30	44.67	29.16	23.86
25	-2.40	47.00	30.96	26.41
26	-2.50	49.38	32.81	29.11
27	-2.60	51.80	34.71	31.98
28	-2.70	54.27	36.65	35.02
29	-2.80	56.78	38.64	38.24
30	-2.90	59.33	40.67	41.63
31	-3.00	61.93	42.74	45.20
32	-3.10	64.57	44.86	48.96
33	-3.20	67.26	47.03	52.90
34	-3.30	69.99	49.24	57.04
35	-3.40	72.76	51.49	61.38
36	-3.50	75.58	53.79	65.92
37	-3.60	78.44	56.14	70.67
38	-3.70	81.34	58.53	75.62
39	-3.80	84.29	60.96	80.79
40	-3.90	87.28	63.44	86.18
41	-4.00	90.32	65.96	91.79
42	-4.10	93.40	68.53	97.63
43	-4.20	96.52	71.15	103.69
44	-4.30	99.69	73.81	109.99
45	-4.40	102.90	76.51	116.53
46	-4.50	106.16	79.26	123.31
47	-4.60	109.46	82.05	130.34
48	-4.70	112.80	84.89	137.62
49	-4.80	116.19	87.78	145.15
50	-4.90	119.62	90.70	152.95
51	-5.00	123.09	93.68	161.00

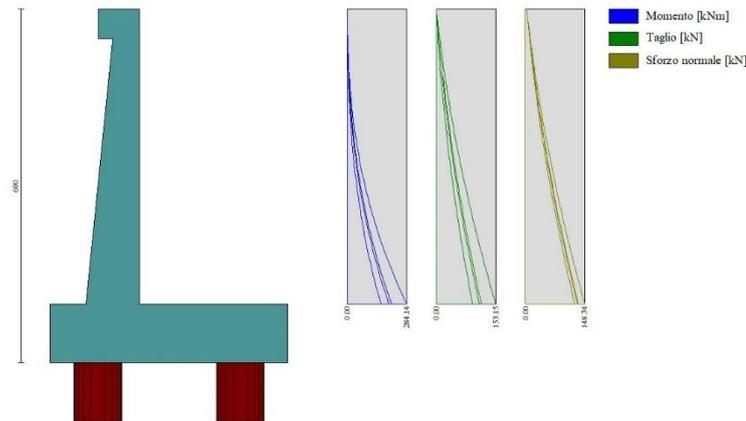


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

Piastra fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
23	9.57	5.94	-9.24	37.30	-53.46	MAX
24	-224.31	-191.52	0.00	0.00	0.73	MIN
29	-58.58	43.46	0.00	0.00	-244.68	MAX
24	-224.31	-191.52	0.00	0.00	0.73	MIN
17	-29.47	-32.44	17.21	-15.43	-44.06	MAX
14	-29.47	-32.44	-17.21	15.43	-44.06	MIN
22	6.52	-10.88	-7.45	168.16	0.56	MAX
25	6.52	-10.88	7.45	-168.16	0.56	MIN
16	-28.04	17.48	0.00	0.00	88.46	MAX
29	-58.58	43.46	0.00	0.00	-244.68	MIN

Combinazione n° 3 - SLER

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	12.21	40.68	0.00	0.00	3.77	MAX
24	-230.86	-185.33	0.00	0.00	28.33	MIN
16	-19.44	62.84	0.00	0.00	148.58	MAX
24	-224.31	-191.52	0.00	0.00	0.73	MIN
17	-25.44	10.77	18.59	-9.38	11.42	MAX
14	-25.44	10.77	-18.59	9.38	11.42	MIN
22	5.35	-0.12	-7.33	172.39	26.45	MAX
25	5.35	-0.12	7.33	-172.39	26.45	MIN
16	-19.44	62.84	0.00	0.00	148.58	MAX
29	-58.58	43.46	0.00	0.00	-244.68	MIN

Combinazione n° 4 - SLEF

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	12.21	40.68	0.00	37.30	3.77	MAX
24	-230.86	-191.52	0.00	0.00	0.73	MIN
16	-19.44	62.84	0.00	0.00	148.58	MAX
24	-224.31	-191.52	0.00	0.00	0.73	MIN
17	-25.44	10.77	18.59	-9.38	11.42	MAX
14	-29.47	-32.44	-18.59	9.38	-44.06	MIN
22	6.52	-0.12	-7.33	172.39	26.45	MAX
25	5.35	-10.88	7.33	-172.39	0.56	MIN
16	-19.44	62.84	0.00	0.00	148.58	MAX
29	-58.58	43.46	0.00	0.00	-244.68	MIN

Combinazione n° 5 - SLEQ

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	12.21	40.68	0.00	37.30	3.77	MAX
24	-230.86	-191.52	0.00	0.00	0.73	MIN
16	-19.44	62.84	0.00	0.00	148.58	MAX
24	-224.31	-191.52	0.00	0.00	0.73	MIN
17	-25.44	10.77	18.59	-9.38	11.42	MAX
14	-29.47	-32.44	-18.59	9.38	-44.06	MIN
22	6.52	-0.12	-7.33	172.39	26.45	MAX
25	5.35	-10.88	7.33	-172.39	0.56	MIN

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
16	-19.44	62.84	0.00	0.00	148.58	MAX
29	-58.58	43.46	0.00	0.00	-244.68	MIN

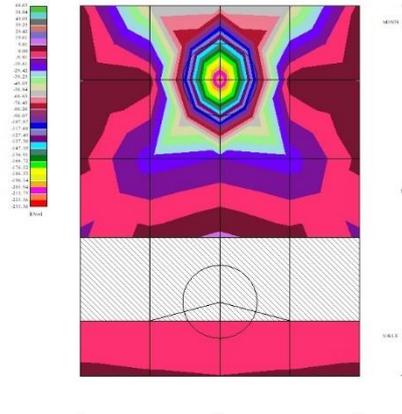


Fig. 7 - Piastra fondazione - Momenti Mx (Combinazione n° 3)

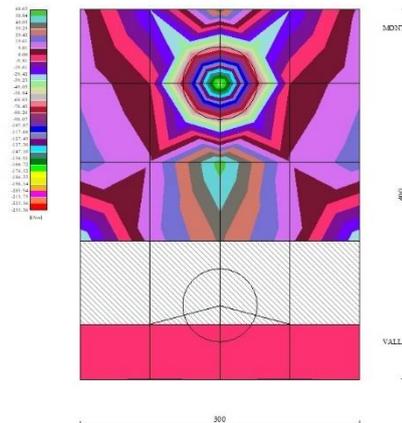


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti My_{MAX} (Combinazione n° 3)

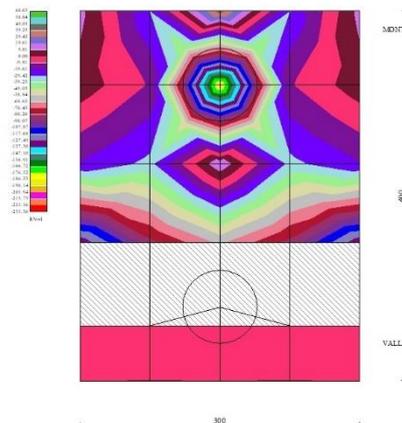


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti My_{MIN} (Combinazione n° 1)

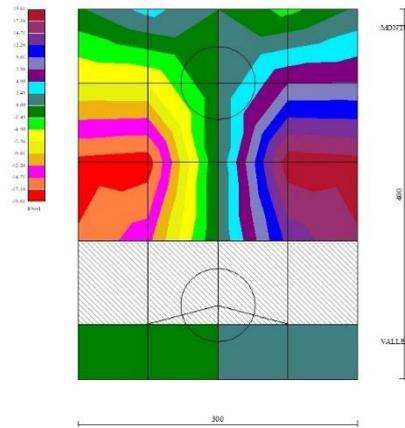


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 3)

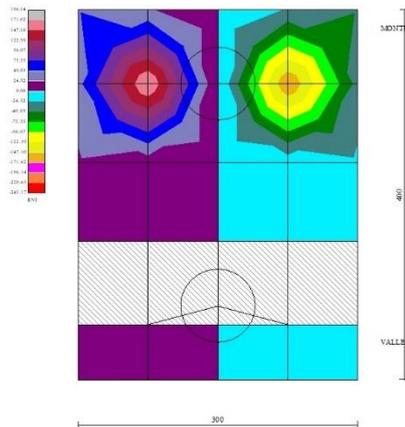


Fig. 11 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 3)

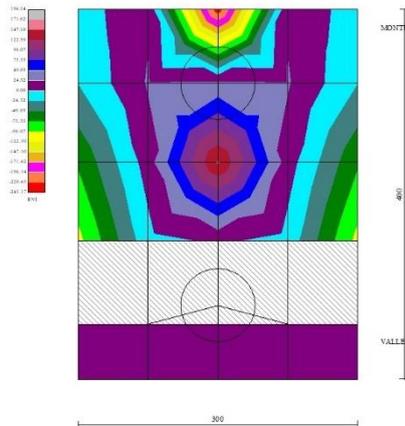


Fig. 12 - Piastra fondazione - Taglio TyMAX (Combinazione n° 3)

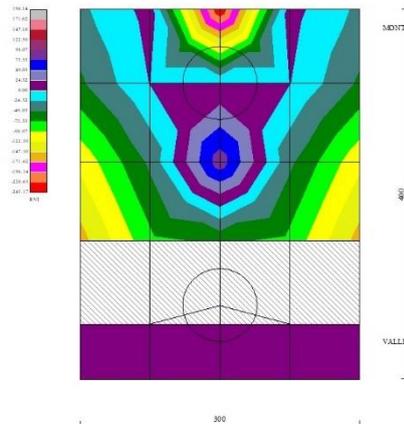


Fig. 13 - Piastra fondazione - Taglio T_{yMIN} (Combinazione n° 1)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

- Ic Indice della combinazione
- A Tipo azione
- I Inclinazione della spinta, espressa in [°]
- V Valore dell'azione, espressa in [kN]
- C_x, C_y Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
- P_x, P_y Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	230.15	23.33	211.33	91.14	2.50	-3.50
	Peso/Inerzia muro			0.00	181.04/0.00	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	335.50/0.00	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-3086.72			

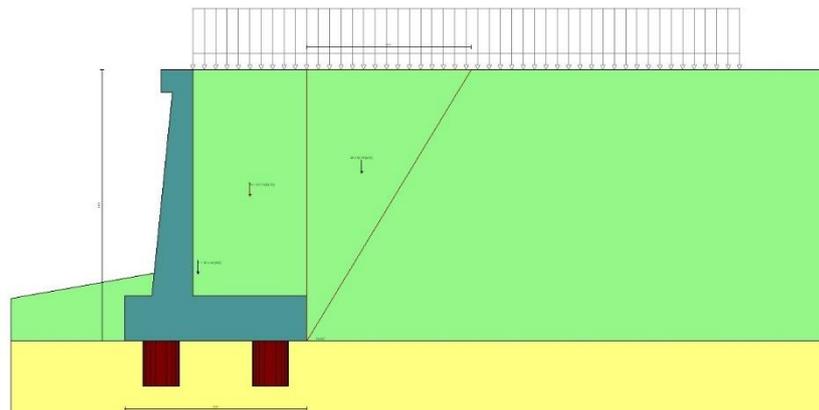


Fig. 16 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

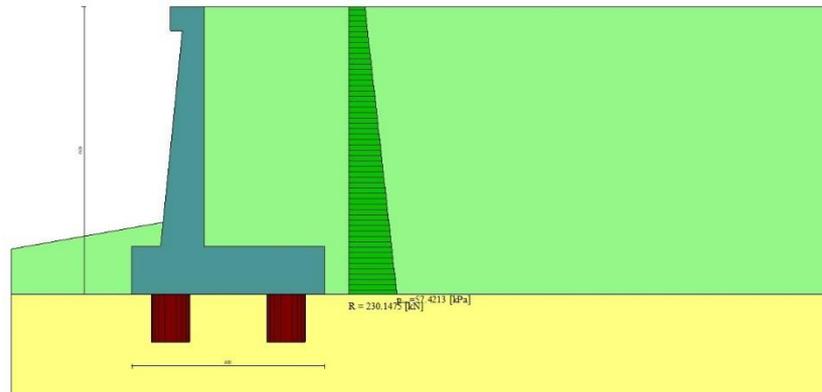


Fig. 17 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	607.68	211.33	528.97	1578.24	0.273
2 - GEO (A2-M2-R2)	575.22	206.01	513.78	1463.90	0.348
3 - SLER	562.28	160.53	400.81	1426.02	0.176
4 - SLEF	546.87	153.80	380.61	1380.04	0.172
5 - SLEQ	500.66	133.60	320.01	1242.12	0.158

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
I _p	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	I _p	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	704.61	0.00	-316.98
	2	1118.44	0.00	-316.98

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		14.606					
2 - GEO (A2-M2-R2)					2.387		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	12.22	2.387

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

Mx, My	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
Mxy	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
Tx, Ty	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	3.07	3.07	0.00	0.00	0.38	0.38
2	-0.10	4.39	4.76	0.77	1.63	0.32	0.35
3	-0.20	5.76	6.51	1.59	3.33	0.39	0.40
4	-0.30	7.18	8.31	2.46	5.08	0.49	0.64
5	-0.40	8.64	10.15	3.37	6.89	0.67	1.04
6	-0.50	10.14	12.05	4.32	8.75	0.93	1.60
7	-0.60	11.68	14.00	5.32	10.68	1.28	2.33
8	-0.70	13.27	15.99	6.36	12.66	1.71	3.24
9	-0.80	14.91	18.04	7.45	14.70	2.23	4.33
10	-0.90	16.58	20.13	8.58	16.80	2.85	5.60
11	-1.00	18.31	22.27	9.76	18.96	3.57	7.07
12	-1.10	20.07	24.47	10.98	21.18	4.40	8.73
13	-1.20	21.88	26.71	12.25	23.46	5.33	10.60
14	-1.30	23.73	29.00	13.56	25.79	6.37	12.67
15	-1.40	25.63	31.35	14.92	28.18	7.53	14.96
16	-1.50	27.57	33.74	16.32	30.63	8.81	17.47
17	-1.60	29.55	36.18	17.77	33.14	10.21	20.20
18	-1.70	31.58	38.67	19.26	35.71	11.75	23.15
19	-1.80	33.65	41.21	20.80	38.33	13.41	26.35
20	-1.90	35.77	43.81	22.38	41.02	15.21	29.78
21	-2.00	37.93	46.45	24.01	43.76	17.15	33.45
22	-2.10	40.13	49.14	25.68	46.56	19.24	37.38
23	-2.20	42.38	51.88	27.39	49.42	21.47	41.56
24	-2.30	44.67	54.67	29.16	52.33	23.86	46.01
25	-2.40	47.00	57.50	30.96	55.31	26.41	50.72
26	-2.50	49.38	60.39	32.81	58.34	29.11	55.70
27	-2.60	51.80	63.33	34.71	61.44	31.98	60.96
28	-2.70	54.27	66.32	36.65	64.59	35.02	66.50
29	-2.80	56.78	69.36	38.64	67.80	38.24	72.33
30	-2.90	59.33	72.44	40.67	71.06	41.63	78.45
31	-3.00	61.93	75.58	42.74	74.39	45.20	84.87
32	-3.10	64.57	78.77	44.86	77.77	48.96	91.59
33	-3.20	67.26	82.00	47.03	81.21	52.90	98.63
34	-3.30	69.99	85.29	49.24	84.72	57.04	105.97
35	-3.40	72.76	88.63	51.49	88.27	61.38	113.64
36	-3.50	75.58	92.01	53.79	91.89	65.92	121.63
37	-3.60	78.44	95.44	56.14	95.57	70.67	129.95
38	-3.70	81.34	98.93	58.53	99.30	75.62	138.61
39	-3.80	84.29	102.46	60.96	103.09	80.79	147.61
40	-3.90	87.28	106.05	63.44	106.94	86.18	156.95
41	-4.00	90.32	109.68	65.96	110.85	91.79	166.65
42	-4.10	93.40	113.36	68.53	114.82	97.63	176.71
43	-4.20	96.52	117.10	71.15	118.85	103.69	187.12
44	-4.30	99.69	120.88	73.81	122.93	109.99	197.91
45	-4.40	102.90	124.71	76.51	127.07	116.53	209.06
46	-4.50	106.16	128.59	79.26	131.27	123.31	220.60
47	-4.60	109.46	132.52	82.05	135.53	130.34	232.52
48	-4.70	112.80	136.50	84.89	139.85	137.62	244.83
49	-4.80	116.19	140.53	87.78	144.23	145.15	257.53
50	-4.90	119.62	144.61	90.70	148.66	152.95	270.63
51	-5.00	123.09	148.74	93.68	153.15	161.00	284.14

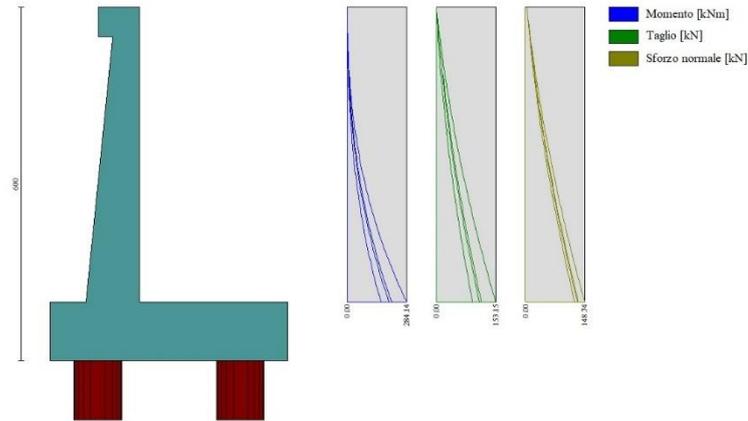


Fig. 18 - Paramento

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	12.21 (3)	40.68 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	3.77 (3)	MAX
24	-230.86 (3)	-185.33 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	28.33 (3)	MIN
16	-19.44 (3)	62.84 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	148.58 (3)	MAX
24	-224.31 (1)	-191.52 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	0.73 (1)	MIN
17	-25.44 (3)	10.77 (3)	18.59 (3)	-9.38 (3)	11.42 (3)	MAX
14	-25.44 (3)	10.77 (3)	-18.59 (3)	9.38 (3)	11.42 (3)	MIN
22	5.35 (3)	-0.12 (3)	-7.33 (3)	172.39 (3)	26.45 (3)	MAX
25	5.35 (3)	-0.12 (3)	7.33 (3)	-172.39 (3)	26.45 (3)	MIN
16	-19.44 (3)	62.84 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	148.58 (3)	MAX
29	-58.58 (1)	43.46 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	-244.68 (1)	MIN

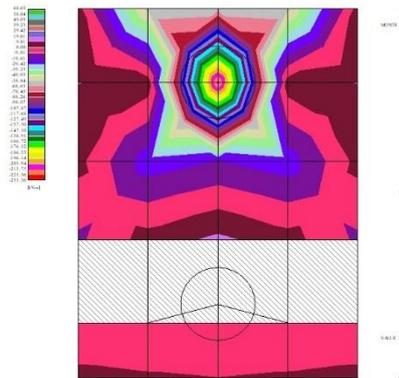


Fig. 19 - Piastra fondazione - Momento Mx (Combinazione n° 3)

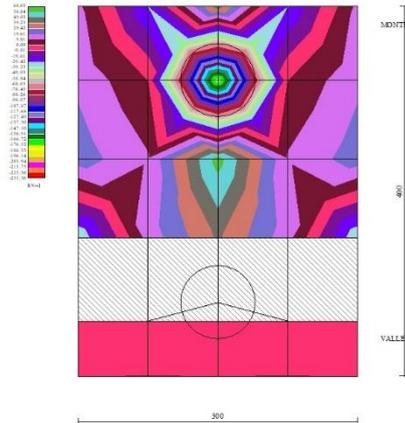


Fig. 20 - Piastra fondazione - Momento M_{yMAX} (Combinazione n° 3)

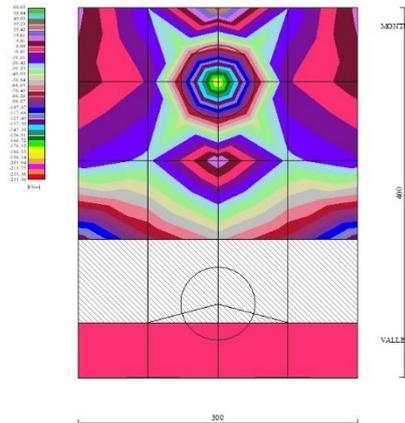


Fig. 21 - Piastra fondazione - Momento M_{yMIN} (Combinazione n° 1)

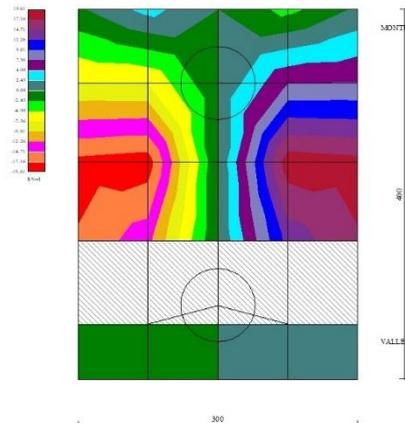


Fig. 22 - Piastra fondazione - Momento M_{xy} (Combinazione n° 3)

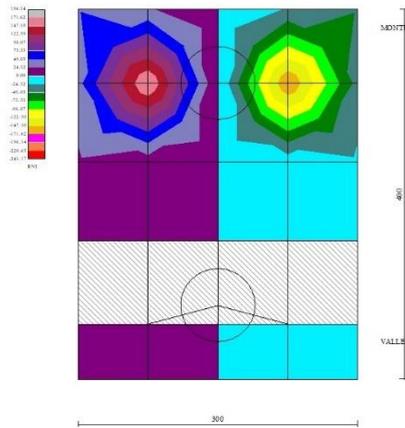


Fig. 23 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 3)

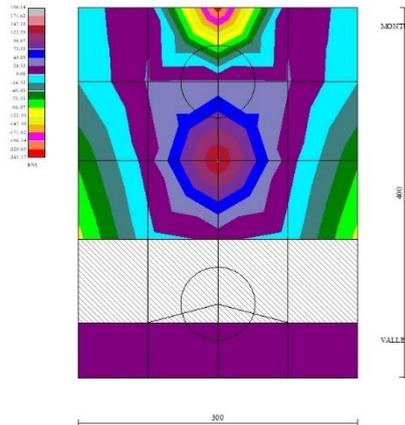


Fig. 24 - Piastra fondazione - Taglio Ty_{MAX} (Combinazione n° 3)

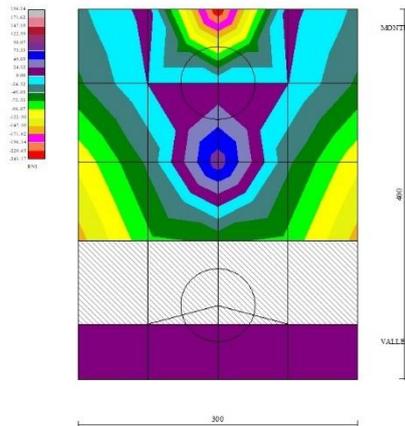


Fig. 25 - Piastra fondazione - Taglio Ty_{MIN} (Combinazione n° 1)

10.5.2 Condizione sismica

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [kPa]	f _{uk} [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

Tipologie pali

Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
1	D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	3.00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	5.00	[m]
Altezza paramento libero	4.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.90	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<u>Mensola di marciapiede</u>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.50	[m]
Lunghezza totale	4.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

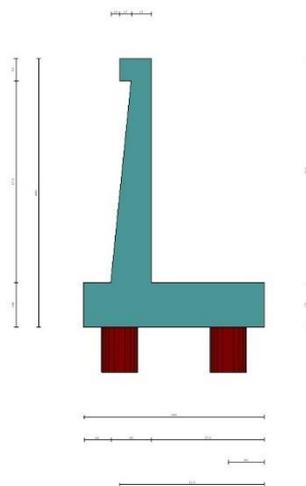


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione pali di fondazione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
α	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	D800	0.80	3.00	0.50	1	80.00	18.00	0.00	Centrati
2	D800	3.20	3.00	0.50	1	80.00	18.00	0.00	Centrati

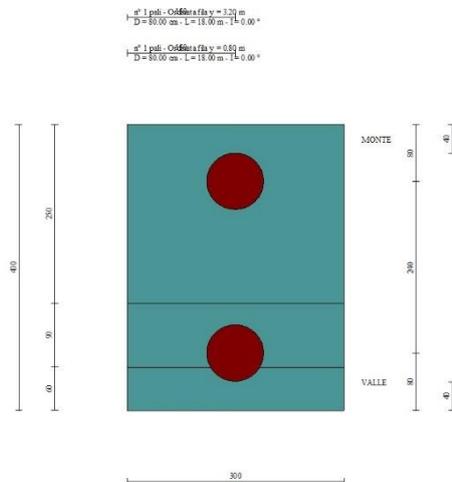


Fig. 2 - Pianta pali

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	c_a [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	unità GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	6.00	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	100.000	0.500	1.000	---	---
2	4.00	0.000	unità AL- argilla limosa	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità GS-ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	100.000	0.500	1.000	---	---

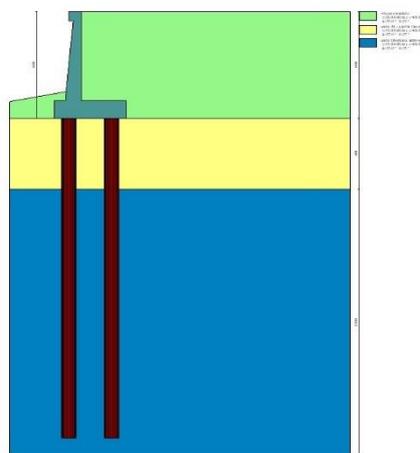


Fig. 3 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	γ_s	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	γ_t	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	γ_{st}	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	γ_t	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$ $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]

Opzioni calcolo pali

Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev ridotto
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ($k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$)
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Non attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta σ_v con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

Portanza trasversale

Costante di Winkler: costante pari a 100.00 [Kg/cm ² /cm] Criterio rottura palo-terreno	
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Attivo

Cedimenti

Metodo di calcolo
Spostamento limite alla punta
Spostamento limite laterale

Metodo agli elementi finiti
1.00 [cm]
0.50 [cm]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione
A Tipo azione
I Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	95.03	23.33	87.26	37.63	2.50	-3.93
	Incremento di spinta sismica		78.20	71.80	30.97	2.50	-3.00
	Peso/Inerzia muro			43.58	181.04/21.79	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			63.07	262.00/31.54	1.25	-2.50
	Resistenza pali				-3473.74		
2	Spinta statica	95.03	23.33	87.26	37.63	2.50	-3.93
	Incremento di spinta sismica		60.99	56.01	24.15	2.50	-3.00
	Peso/Inerzia muro			43.58	181.04/-21.79	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			63.07	262.00/-31.54	1.25	-2.50
	Resistenza pali				-3473.76		

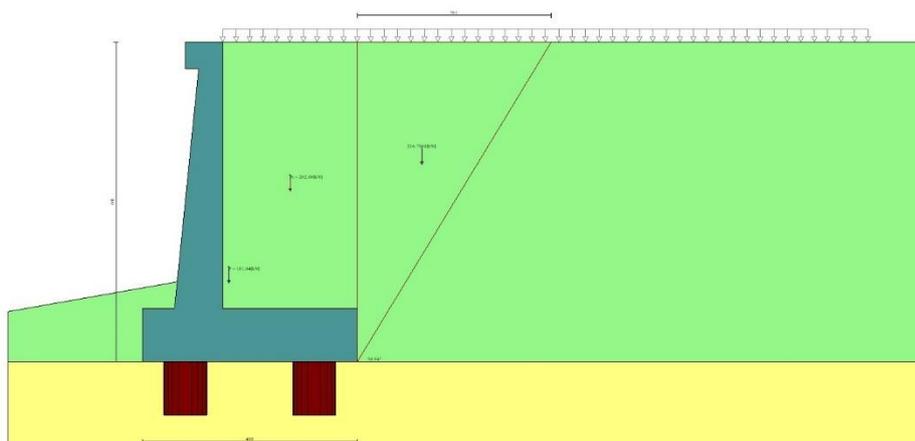


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

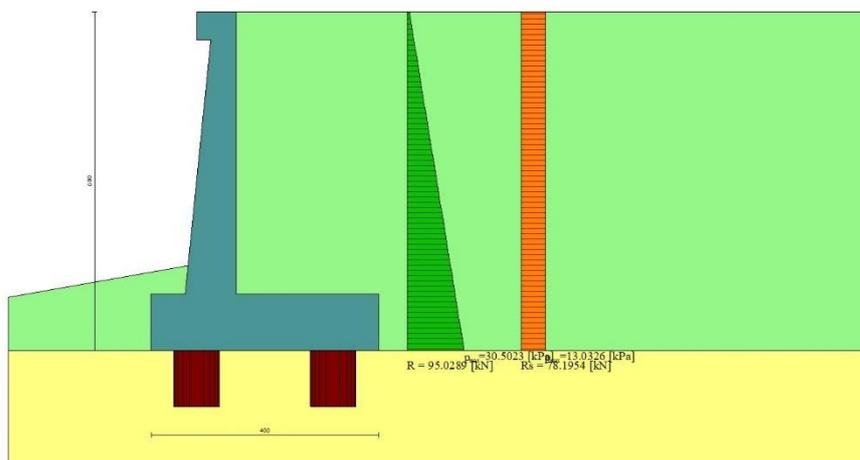


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

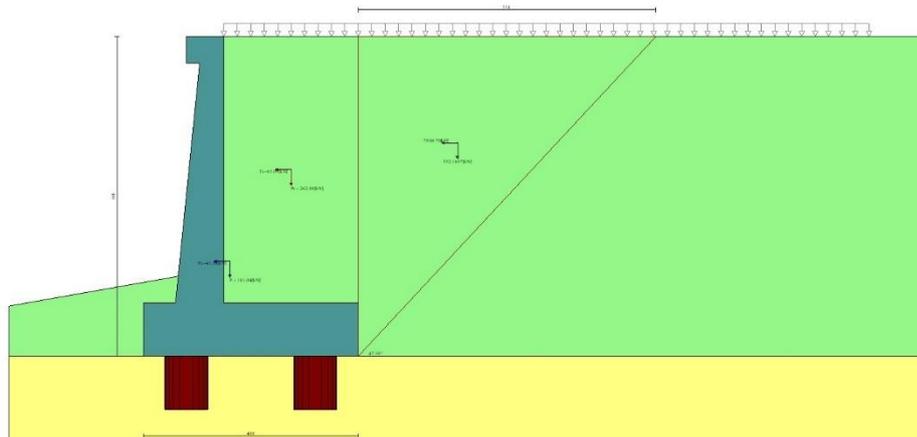


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

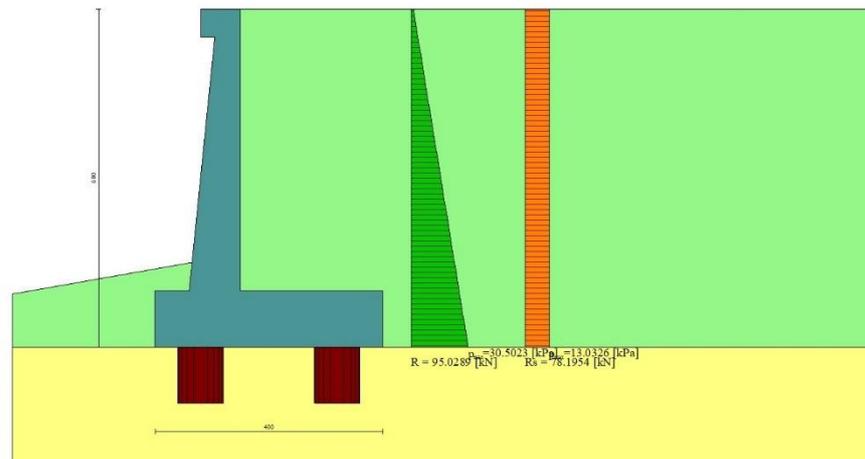


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	327.21	0.00	-398.57
	2	1367.70	0.00	-398.57
2 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	161.29	0.00	-374.88
	2	1193.21	0.00	-374.88

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	13.073					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	13.899					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.033		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.097		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.00	12.22	2.033
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	12.63	2.097

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Q _y	carico sulla striscia espresso in [kN]
Q _f	carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
T _x ; T _y	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W	Q _y	Q _f	b	α	φ	c	u	T _x ; T _y
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	12.01	3.48	0.00	7.05 - 0.73	66.347	35.000	0	0.0	
2	32.81	3.48	0.00	0.73	59.108	35.000	0	0.0	
3	48.57	3.48	0.00	0.73	52.969	35.000	0	0.0	
4	61.30	3.48	0.00	0.73	47.620	35.000	0	0.0	
5	71.93	3.48	0.00	0.73	42.778	35.000	0	0.0	
6	80.95	3.48	0.00	0.73	38.294	35.000	0	0.0	
7	87.11	3.48	0.00	0.73	34.073	27.000	0	0.0	
8	98.13	3.48	0.00	0.73	30.054	27.000	0	0.0	
9	103.47	3.48	0.00	0.73	26.193	27.000	0	0.0	
10	104.72	2.53	0.00	0.73	22.457	27.000	0	0.0	
11	98.41	0.00	0.00	0.73	18.820	27.000	0	0.0	
12	47.77	0.00	0.00	0.73	15.260	27.000	0	0.0	
13	45.72	0.00	0.00	0.73	11.759	27.000	0	0.0	
14	45.63	0.00	0.00	0.73	8.303	27.000	0	0.0	
15	44.93	0.00	0.00	0.73	4.877	27.000	0	0.0	
16	43.63	0.00	0.00	0.73	1.469	27.000	0	0.0	
17	41.74	0.00	0.00	0.73	-1.935	27.000	0	0.0	
18	39.25	0.00	0.00	0.73	-5.345	27.000	0	0.0	
19	36.15	0.00	0.00	0.73	-8.774	27.000	0	0.0	
20	32.44	0.00	0.00	0.73	-12.236	27.000	0	0.0	
21	28.10	0.00	0.00	0.73	-15.743	27.000	0	0.0	
22	23.08	0.00	0.00	0.73	-19.313	27.000	0	0.0	
23	17.37	0.00	0.00	0.73	-22.962	27.000	0	0.0	
24	10.95	0.00	0.00	0.73	-26.714	27.000	0	0.0	
25	3.72	0.00	0.00	-11.08 - 0.73	-30.119	27.000	0	0.0	

Resistenza al taglio pali 606.47 [kN]

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W	Q _y	Q _f	b	α	φ	c	u	T _x ; T _y
----	---	----------------	----------------	---	---	---	---	---	---------------------------------

	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	11.52	3.53	0.00	7.31 - 0.73	64.885	35.000	0	0.0	
2	31.72	3.53	0.00	0.73	58.128	35.000	0	0.0	
3	47.38	3.53	0.00	0.73	52.246	35.000	0	0.0	
4	60.16	3.53	0.00	0.73	47.075	35.000	0	0.0	
5	70.89	3.53	0.00	0.73	42.370	35.000	0	0.0	
6	80.03	3.53	0.00	0.73	37.997	35.000	0	0.0	
7	85.32	3.53	0.00	0.73	33.874	35.000	0	0.0	
8	97.61	3.53	0.00	0.73	29.942	27.000	0	0.0	
9	103.08	3.53	0.00	0.73	26.160	27.000	0	0.0	
10	104.41	3.35	0.00	0.73	22.499	27.000	0	0.0	
11	114.60	0.00	0.00	0.73	18.932	27.000	0	0.0	
12	48.82	0.00	0.00	0.73	15.440	27.000	0	0.0	
13	45.19	0.00	0.00	0.73	12.006	27.000	0	0.0	
14	45.15	0.00	0.00	0.73	8.615	27.000	0	0.0	
15	44.49	0.00	0.00	0.73	5.255	27.000	0	0.0	
16	43.23	0.00	0.00	0.73	1.913	27.000	0	0.0	
17	41.37	0.00	0.00	0.73	-1.423	27.000	0	0.0	
18	38.91	0.00	0.00	0.73	-4.763	27.000	0	0.0	
19	35.85	0.00	0.00	0.73	-8.120	27.000	0	0.0	
20	32.17	0.00	0.00	0.73	-11.505	27.000	0	0.0	
21	27.85	0.00	0.00	0.73	-14.932	27.000	0	0.0	
22	22.87	0.00	0.00	0.73	-18.414	27.000	0	0.0	
23	17.20	0.00	0.00	0.73	-21.969	27.000	0	0.0	
24	10.84	0.00	0.00	0.73	-25.615	27.000	0	0.0	
25	3.68	0.00	0.00	-11.06 - 0.73	-28.906	27.000	0	0.0	

Resistenza al taglio pali 606.47 [kN]

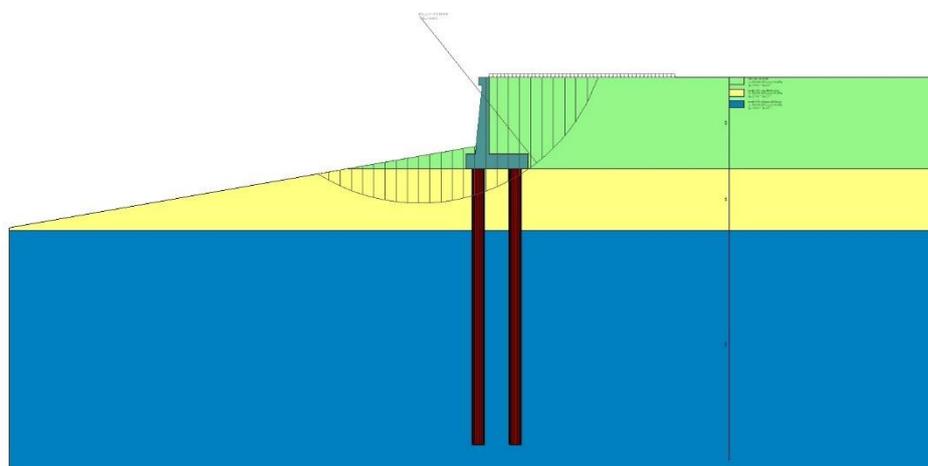


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 3)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]
Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.43	0.00	0.43
2	-0.10	5.04	1.38	0.39

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
3	-0.20	6.69	2.81	0.49
4	-0.30	8.39	4.30	0.71
5	-0.40	10.14	5.83	1.06
6	-0.50	11.93	7.42	1.56
7	-0.60	13.77	9.05	2.20
8	-0.70	15.65	10.74	2.99
9	-0.80	17.59	12.47	3.94
10	-0.90	19.57	14.26	5.04
11	-1.00	21.59	16.10	6.31
12	-1.10	23.66	17.99	7.75
13	-1.20	25.78	19.93	9.35
14	-1.30	27.95	21.92	11.14
15	-1.40	30.16	23.96	13.10
16	-1.50	32.42	26.05	15.26
17	-1.60	34.73	28.20	17.60
18	-1.70	37.08	30.39	20.14
19	-1.80	39.48	32.63	22.88
20	-1.90	41.93	34.93	25.83
21	-2.00	44.42	37.27	28.98
22	-2.10	46.96	39.67	32.35
23	-2.20	49.55	42.12	35.94
24	-2.30	52.19	44.62	39.76
25	-2.40	54.87	47.17	43.80
26	-2.50	57.59	49.77	48.07
27	-2.60	60.37	52.42	52.58
28	-2.70	63.19	55.12	57.34
29	-2.80	66.06	57.87	62.34
30	-2.90	68.97	60.67	67.59
31	-3.00	71.93	63.53	73.10
32	-3.10	74.94	66.43	78.87
33	-3.20	78.00	69.39	84.91
34	-3.30	81.10	72.39	91.21
35	-3.40	84.25	75.45	97.79
36	-3.50	87.44	78.56	104.65
37	-3.60	90.69	81.72	111.80
38	-3.70	93.98	84.93	119.23
39	-3.80	97.31	88.19	126.96
40	-3.90	100.69	91.50	134.98
41	-4.00	104.12	94.86	143.31
42	-4.10	107.60	98.27	151.95
43	-4.20	111.12	101.73	160.90
44	-4.30	114.69	105.25	170.16
45	-4.40	118.31	108.81	179.75
46	-4.50	121.97	112.43	189.66
47	-4.60	125.68	116.09	199.90
48	-4.70	129.44	119.81	210.48
49	-4.80	133.24	123.58	221.39
50	-4.90	137.09	127.40	232.66
51	-5.00	140.99	131.27	244.27

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.34	1.16	0.36
3	-0.20	5.65	2.37	0.44
4	-0.30	7.00	3.63	0.63
5	-0.40	8.39	4.94	0.93
6	-0.50	9.83	6.30	1.36
7	-0.60	11.30	7.72	1.91
8	-0.70	12.82	9.18	2.59
9	-0.80	14.37	10.69	3.41
10	-0.90	15.97	12.26	4.36
11	-1.00	17.61	13.87	5.46
12	-1.10	19.29	15.54	6.70
13	-1.20	21.01	17.26	8.10
14	-1.30	22.77	19.02	9.65
15	-1.40	24.57	20.84	11.37
16	-1.50	26.41	22.71	13.25
17	-1.60	28.29	24.63	15.31
18	-1.70	30.22	26.60	17.54
19	-1.80	32.18	28.63	19.95
20	-1.90	34.19	30.70	22.55
21	-2.00	36.23	32.82	25.34
22	-2.10	38.32	35.00	28.32
23	-2.20	40.45	37.22	31.50
24	-2.30	42.62	39.50	34.89
25	-2.40	44.83	41.82	38.48
26	-2.50	47.08	44.20	42.29
27	-2.60	49.37	46.63	46.32
28	-2.70	51.71	49.11	50.57
29	-2.80	54.08	51.64	55.05
30	-2.90	56.50	54.22	59.76
31	-3.00	58.95	56.85	64.71
32	-3.10	61.45	59.53	69.90
33	-3.20	63.99	62.26	75.33
34	-3.30	66.56	65.05	81.02

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
35	-3.40	69.18	67.88	86.96
36	-3.50	71.84	70.77	93.16
37	-3.60	74.54	73.70	99.63
38	-3.70	77.29	76.69	106.37
39	-3.80	80.07	79.73	113.38
40	-3.90	82.89	82.81	120.67
41	-4.00	85.76	85.95	128.25
42	-4.10	88.66	89.14	136.11
43	-4.20	91.61	92.38	144.27
44	-4.30	94.59	95.67	152.72
45	-4.40	97.62	99.02	161.48
46	-4.50	100.69	102.41	170.54
47	-4.60	103.80	105.85	179.92
48	-4.70	106.95	109.35	189.61
49	-4.80	110.14	112.89	199.63
50	-4.90	113.38	116.49	209.97
51	-5.00	116.65	120.13	220.64

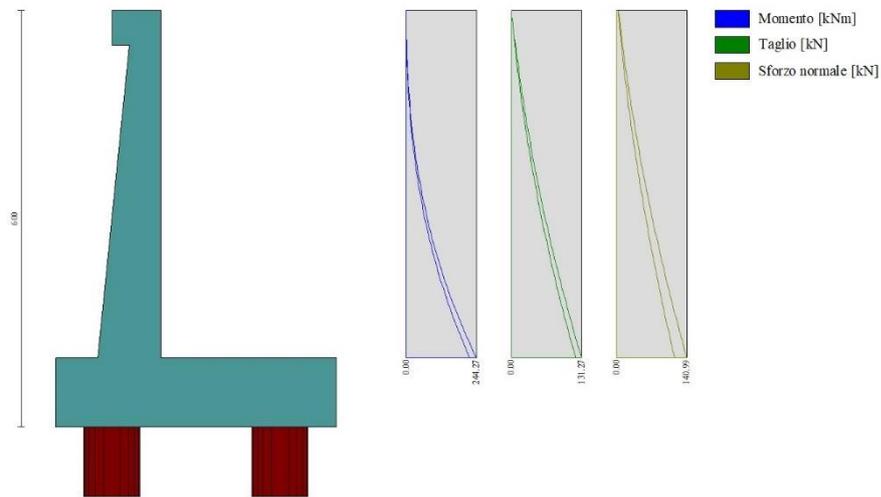


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

Mensola valle

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.14	0.05
3	-0.53	0.00	2.29	0.19
4	-0.45	0.00	3.43	0.43

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 10 - Mensola valle (Inviluppo)

Piastra fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.30	-0.17	-0.26	0.25	7.02
2	0.50	0.13	-0.11	0.05	7.95
3	-1.44	-4.79	-0.12	0.00	7.95
4	-1.35	-4.50	-0.25	0.00	7.02
5	0.18	0.03	-0.06	-0.05	7.22
6	-1.34	-4.45	0.68	0.00	7.19
7	-66.05	-220.16	-2.04	0.00	-157.76
8	-68.38	-227.94	5.84	0.00	-163.86
9	-68.38	-227.94	5.84	0.00	-163.86
10	-63.36	-211.20	0.00	0.00	-155.35
11	-0.15	0.18	0.00	-0.25	7.20
12	-1.22	-4.07	0.00	0.00	7.20
13	-66.05	-220.16	2.04	0.00	-157.76
14	-21.41	-87.69	-6.34	17.73	-113.80
15	7.62	-84.47	-5.14	28.57	-135.66
16	-28.24	-66.29	0.00	0.00	-55.16
17	-21.41	-87.69	6.34	-17.73	-113.80
18	0.51	-0.05	0.05	-0.57	6.99
19	-1.33	-4.42	0.16	0.00	6.99
20	-68.38	-227.94	-5.84	0.00	-163.86
21	7.62	-84.47	5.14	-28.57	-135.66
22	5.19	-23.24	-3.92	77.13	-42.53
23	4.02	-16.24	-7.52	14.86	-74.94
24	-101.39	-106.05	0.00	0.00	-45.27
25	5.19	-23.24	3.92	-77.13	-42.53
26	4.02	-16.24	7.52	-14.86	-74.94
27	-21.92	-14.92	0.90	8.10	-15.21
28	4.00	6.90	-1.87	15.96	-42.42
29	-20.15	19.79	0.00	0.00	-135.55
30	-21.92	-14.92	-0.90	-8.10	-15.21
31	4.00	6.90	1.87	-15.96	-42.42

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.30	-0.17	-0.26	0.25	7.02
2	0.50	0.13	-0.11	0.05	7.95
3	-1.44	-4.79	-0.12	0.00	7.95
4	-1.35	-4.50	-0.25	0.00	7.02
5	0.18	0.03	-0.06	-0.05	7.22
6	-1.34	-4.45	0.68	0.00	7.19
7	-66.05	-220.16	2.66	0.00	-157.76
8	-68.38	-227.94	15.47	0.00	-163.86
9	-68.38	-227.94	15.47	0.00	-163.86
10	-63.36	-211.20	0.00	0.00	-155.35
11	-0.15	0.18	0.00	-0.25	7.20
12	-1.22	-4.07	0.00	0.00	7.20
13	-66.05	-220.16	2.04	0.00	-157.76
14	-19.71	-87.69	-1.16	21.26	-113.80
15	9.55	-84.47	0.28	32.13	-135.66

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
16	-28.24	-66.29	0.00	0.00	-55.16
17	-19.71	-87.69	6.34	-17.73	-113.80
18	0.51	-0.05	0.05	-0.57	6.99
19	-1.33	-4.42	0.16	0.00	6.99
20	-68.38	-227.94	-5.84	0.00	-163.86
21	9.55	-84.47	5.14	-28.57	-135.66
22	5.19	-23.24	-2.47	77.13	-42.53
23	4.02	-16.24	-7.52	14.86	-74.94
24	-46.68	-72.55	0.00	0.00	-45.27
25	5.19	-23.24	3.92	-36.88	-42.53
26	4.02	-16.24	7.54	-4.40	-74.94
27	-5.28	-8.60	0.90	8.10	-15.21
28	4.27	6.90	-1.87	15.96	-42.42
29	-1.57	19.79	0.00	0.00	-92.80
30	-5.28	-8.60	0.10	-0.04	-15.21
31	4.27	6.90	2.48	-2.89	-42.42

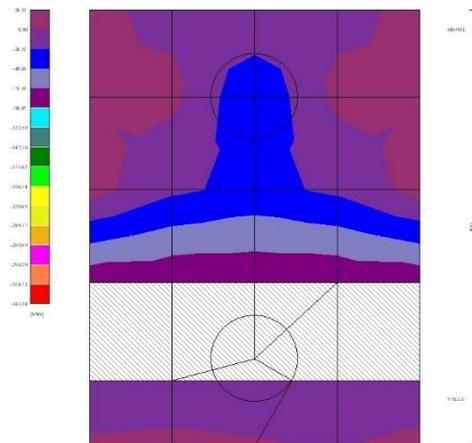


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momenti M_{xMAX} (Combinazione n° 2)

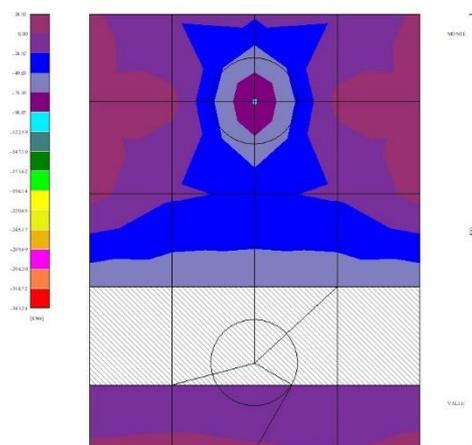


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momenti M_{xMIN} (Combinazione n° 1)

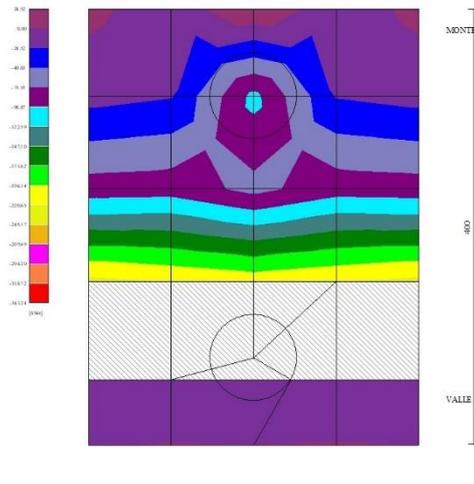


Fig. 13 - Piastra fondazione - Momenti M_{yMAX} (Combinazione n° 1)

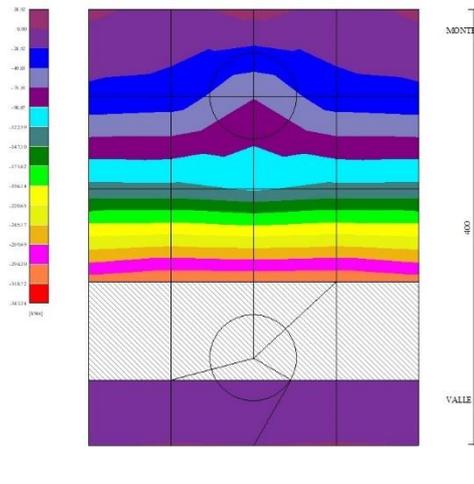


Fig. 14 - Piastra fondazione - Momenti M_{yMIN} (Combinazione n° 2)

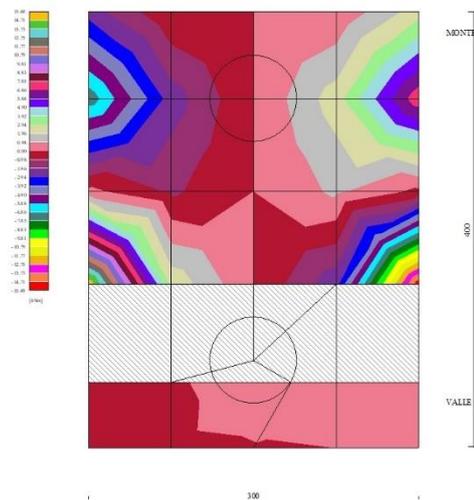


Fig. 15 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 2)

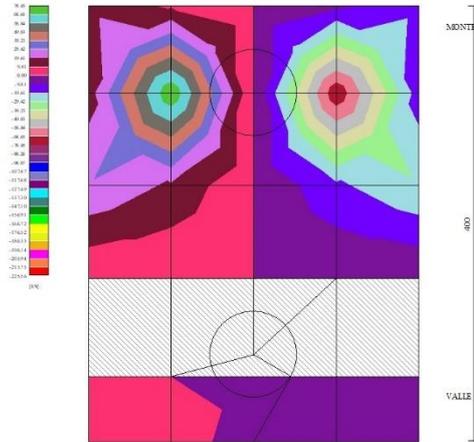


Fig. 16 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

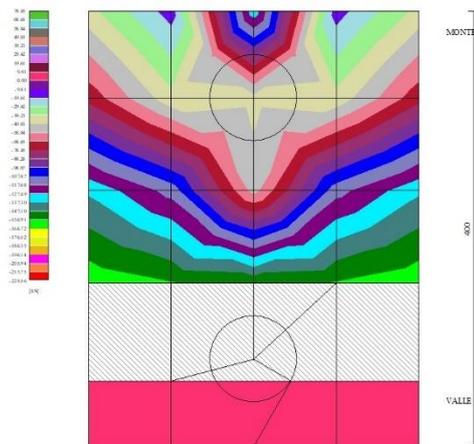


Fig. 17 - Piastra fondazione - Taglio Ty_{MAX} (Combinazione n° 1)

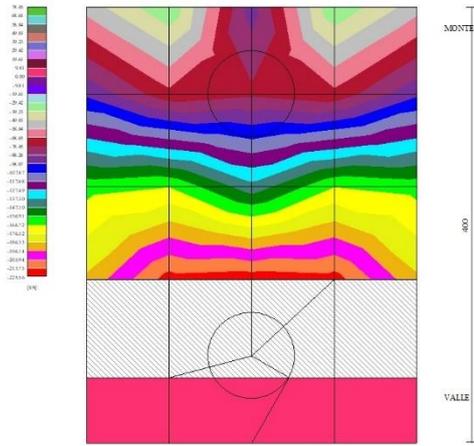


Fig. 18 - Piastra fondazione - Taglio Ty_{MIN} (Combinazione n° 2)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione
A Tipo azione
I Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	95.03	23.33	87.26	37.63	2.50	-3.93
	Incremento di spinta sismica		78.20	71.80	30.97	2.50	-3.00
	Peso/Inerzia muro			43.58	181.04/21.79	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			63.07	262.00/31.54	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-3473.74			
1	Spinta statica	95.03	23.33	87.26	37.63	2.50	-3.93
	Incremento di spinta sismica		78.20	71.80	30.97	2.50	-3.00
	Peso/Inerzia muro			43.58	181.04/21.79	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			63.07	262.00/31.54	1.25	-2.50
	Resistenza pali			-3473.74			

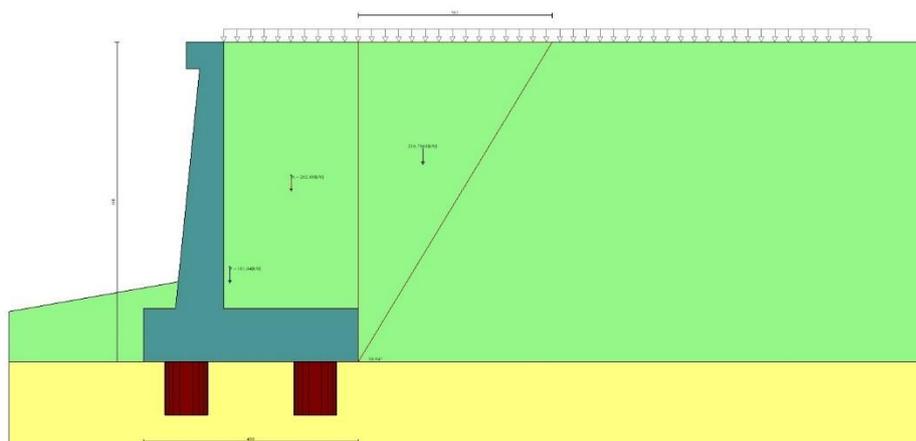


Fig. 21 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

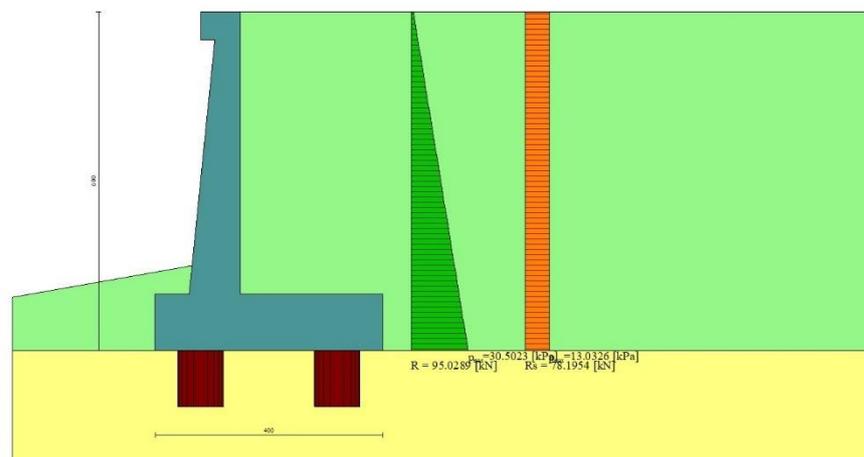


Fig. 22 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

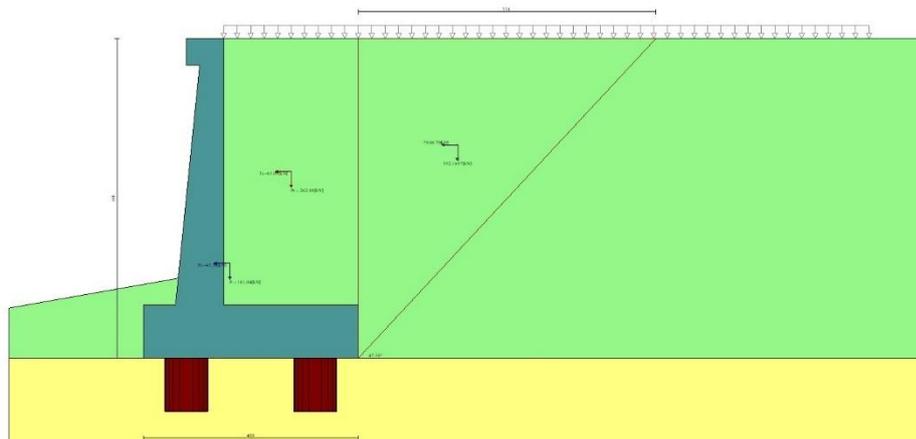


Fig. 23 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

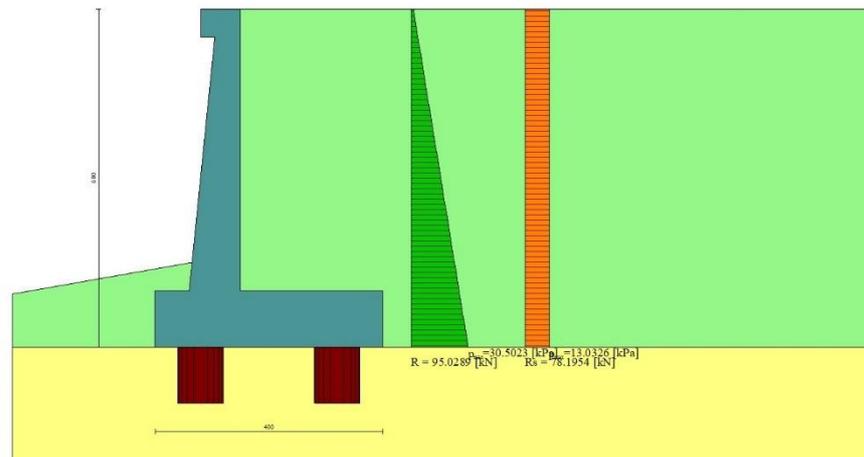


Fig. 24 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	327.21	0.00	-398.57
	2	1367.70	0.00	-398.57
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	327.21	0.00	-398.57
	2	1367.70	0.00	-398.57

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	13.073					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	13.899					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.033		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.097		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.00	12.22	2.033

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)	
W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
Qf	carico acqua sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W	Qy	Qf	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	12.01	3.48	0.00	7.05 - 0.73	66.347	35.000	0	0.0	
2	32.81	3.48	0.00	0.73	59.108	35.000	0	0.0	
3	48.57	3.48	0.00	0.73	52.969	35.000	0	0.0	
4	61.30	3.48	0.00	0.73	47.620	35.000	0	0.0	
5	71.93	3.48	0.00	0.73	42.778	35.000	0	0.0	
6	80.95	3.48	0.00	0.73	38.294	35.000	0	0.0	
7	87.11	3.48	0.00	0.73	34.073	27.000	0	0.0	
8	98.13	3.48	0.00	0.73	30.054	27.000	0	0.0	
9	103.47	3.48	0.00	0.73	26.193	27.000	0	0.0	
10	104.72	2.53	0.00	0.73	22.457	27.000	0	0.0	
11	98.41	0.00	0.00	0.73	18.820	27.000	0	0.0	
12	47.77	0.00	0.00	0.73	15.260	27.000	0	0.0	
13	45.72	0.00	0.00	0.73	11.759	27.000	0	0.0	
14	45.63	0.00	0.00	0.73	8.303	27.000	0	0.0	
15	44.93	0.00	0.00	0.73	4.877	27.000	0	0.0	
16	43.63	0.00	0.00	0.73	1.469	27.000	0	0.0	
17	41.74	0.00	0.00	0.73	-1.935	27.000	0	0.0	
18	39.25	0.00	0.00	0.73	-5.345	27.000	0	0.0	
19	36.15	0.00	0.00	0.73	-8.774	27.000	0	0.0	
20	32.44	0.00	0.00	0.73	-12.236	27.000	0	0.0	
21	28.10	0.00	0.00	0.73	-15.743	27.000	0	0.0	
22	23.08	0.00	0.00	0.73	-19.313	27.000	0	0.0	
23	17.37	0.00	0.00	0.73	-22.962	27.000	0	0.0	
24	10.95	0.00	0.00	0.73	-26.714	27.000	0	0.0	
25	3.72	0.00	0.00	-11.08 - 0.73	-30.119	27.000	0	0.0	

Resistenza al taglio pali 606.47 [kN]

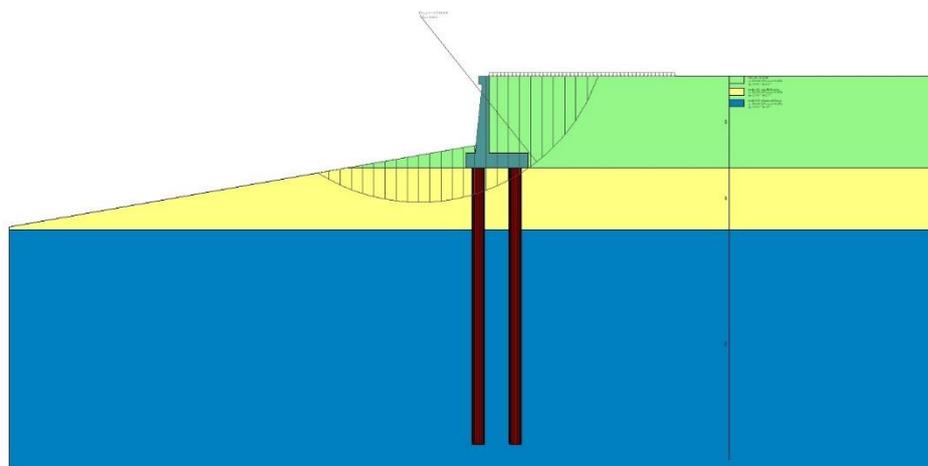


Fig. 25 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 3)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

- Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]
- Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
- Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)
- I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	3.07	3.43	0.00	0.00	0.38	0.43
2	-0.10	4.34	5.04	1.16	1.38	0.36	0.39
3	-0.20	5.65	6.69	2.37	2.81	0.44	0.49
4	-0.30	7.00	8.39	3.63	4.30	0.63	0.71
5	-0.40	8.39	10.14	4.94	5.83	0.93	1.06
6	-0.50	9.83	11.93	6.30	7.42	1.36	1.56
7	-0.60	11.30	13.77	7.72	9.05	1.91	2.20
8	-0.70	12.82	15.65	9.18	10.74	2.59	2.99
9	-0.80	14.37	17.59	10.69	12.47	3.41	3.94
10	-0.90	15.97	19.57	12.26	14.26	4.36	5.04
11	-1.00	17.61	21.59	13.87	16.10	5.46	6.31
12	-1.10	19.29	23.66	15.54	17.99	6.70	7.75
13	-1.20	21.01	25.78	17.26	19.93	8.10	9.35
14	-1.30	22.77	27.95	19.02	21.92	9.65	11.14
15	-1.40	24.57	30.16	20.84	23.96	11.37	13.10
16	-1.50	26.41	32.42	22.71	26.05	13.25	15.26
17	-1.60	28.29	34.73	24.63	28.20	15.31	17.60
18	-1.70	30.22	37.08	26.60	30.39	17.54	20.14
19	-1.80	32.18	39.48	28.63	32.63	19.95	22.88
20	-1.90	34.19	41.93	30.70	34.93	22.55	25.83
21	-2.00	36.23	44.42	32.82	37.27	25.34	28.98
22	-2.10	38.32	46.96	35.00	39.67	28.32	32.35
23	-2.20	40.45	49.55	37.22	42.12	31.50	35.94
24	-2.30	42.62	52.19	39.50	44.62	34.89	39.76
25	-2.40	44.83	54.87	41.82	47.17	38.48	43.80
26	-2.50	47.08	57.59	44.20	49.77	42.29	48.07
27	-2.60	49.37	60.37	46.63	52.42	46.32	52.58
28	-2.70	51.71	63.19	49.11	55.12	50.57	57.34
29	-2.80	54.08	66.06	51.64	57.87	55.05	62.34
30	-2.90	56.50	68.97	54.22	60.67	59.76	67.59
31	-3.00	58.95	71.93	56.85	63.53	64.71	73.10
32	-3.10	61.45	74.94	59.53	66.43	69.90	78.87
33	-3.20	63.99	78.00	62.26	69.39	75.33	84.91
34	-3.30	66.56	81.10	65.05	72.39	81.02	91.21
35	-3.40	69.18	84.25	67.88	75.45	86.96	97.79
36	-3.50	71.84	87.44	70.77	78.56	93.16	104.65

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
37	-3.60	74.54	90.69	73.70	81.72	99.63	111.80
38	-3.70	77.29	93.98	76.69	84.93	106.37	119.23
39	-3.80	80.07	97.31	79.73	88.19	113.38	126.96
40	-3.90	82.89	100.69	82.81	91.50	120.67	134.98
41	-4.00	85.76	104.12	85.95	94.86	128.25	143.31
42	-4.10	88.66	107.60	89.14	98.27	136.11	151.95
43	-4.20	91.61	111.12	92.38	101.73	144.27	160.90
44	-4.30	94.59	114.69	95.67	105.25	152.72	170.16
45	-4.40	97.62	118.31	99.02	108.81	161.48	179.75
46	-4.50	100.69	121.97	102.41	112.43	170.54	189.66
47	-4.60	103.80	125.68	105.85	116.09	179.92	199.90
48	-4.70	106.95	129.44	109.35	119.81	189.61	210.48
49	-4.80	110.14	133.24	112.89	123.58	199.63	221.39
50	-4.90	113.38	137.09	116.49	127.40	209.97	232.66
51	-5.00	116.65	140.99	120.13	131.27	220.64	244.27

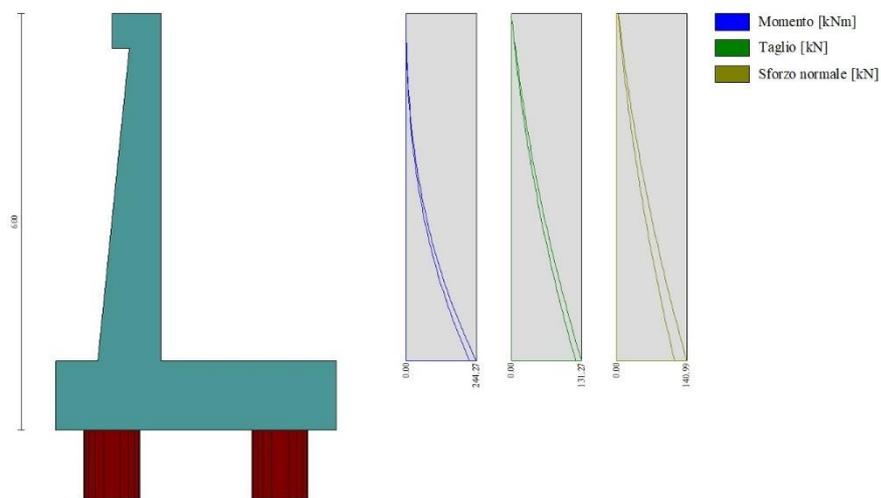


Fig. 26 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.14	0.04	0.05
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.29	0.17	0.19
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.43	0.38	0.43



Fig. 27 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.30	-0.17	-0.26	0.25	7.02	MAX
	0.30	-0.17	-0.26	0.25	7.02	MIN
2	0.50	0.13	-0.11	0.05	7.95	MAX
	0.50	0.13	-0.11	0.05	7.95	MIN
3	-1.44	-4.79	-0.12	0.00	7.95	MAX
	-1.44	-4.79	-0.12	0.00	7.95	MIN
4	-1.35	-4.50	-0.25	0.00	7.02	MAX
	-1.35	-4.50	-0.25	0.00	7.02	MIN
5	0.18	0.03	-0.06	-0.05	7.22	MAX
	0.18	0.03	-0.06	-0.05	7.22	MIN
6	-1.34	-4.45	0.68	0.00	7.19	MAX
	-1.34	-4.45	0.68	0.00	7.19	MIN
7	-66.05	-220.16	2.66	0.00	-157.76	MAX
	-95.67	-318.89	-2.04	0.00	-220.57	MIN
8	-68.38	-227.94	15.47	0.00	-163.86	MAX
	-92.37	-307.89	5.84	0.00	-188.40	MIN
9	-68.38	-227.94	15.47	0.00	-163.86	MAX
	-92.37	-307.89	5.84	0.00	-188.40	MIN
10	-63.36	-211.20	0.00	0.00	-155.35	MAX
	-95.29	-317.63	0.00	0.00	-222.59	MIN
11	-0.15	0.18	0.00	-0.25	7.20	MAX
	-0.15	0.18	0.00	-0.25	7.20	MIN
12	-1.22	-4.07	0.00	0.00	7.20	MAX
	-1.22	-4.07	0.00	0.00	7.20	MIN
13	-66.05	-220.16	2.04	0.00	-157.76	MAX
	-95.67	-318.89	-2.66	0.00	-220.57	MIN
14	-19.71	-87.69	-1.16	21.26	-113.80	MAX
	-21.41	-129.29	-6.34	17.73	-166.72	MIN
15	9.55	-84.47	0.28	32.13	-135.66	MAX
	7.62	-130.57	-5.14	28.57	-163.22	MIN
16	-28.24	-66.29	0.00	0.00	-55.16	MAX
	-31.97	-120.85	0.00	0.00	-141.26	MIN
17	-19.71	-87.69	6.34	-17.73	-113.80	MAX
	-21.41	-129.29	1.16	-21.26	-166.72	MIN
18	0.51	-0.05	0.05	-0.57	6.99	MAX
	0.51	-0.05	0.05	-0.57	6.99	MIN
19	-1.33	-4.42	0.16	0.00	6.99	MAX
	-1.33	-4.42	0.16	0.00	6.99	MIN
20	-68.38	-227.94	-5.84	0.00	-163.86	MAX
	-92.37	-307.89	-15.47	0.00	-188.40	MIN
21	9.55	-84.47	5.14	-28.57	-135.66	MAX
	7.62	-130.57	-0.28	-32.13	-163.22	MIN
22	5.19	-23.24	-2.47	77.13	-42.53	MAX
	5.12	-33.01	-3.92	36.88	-71.67	MIN
23	4.02	-16.24	-7.52	14.86	-74.94	MAX
	1.47	-30.52	-7.54	4.40	-96.33	MIN
24	-46.68	-72.55	0.00	0.00	-45.27	MAX
	-101.39	-106.05	0.00	0.00	-76.36	MIN
25	5.19	-23.24	3.92	-36.88	-42.53	MAX
	5.12	-33.01	2.47	-77.13	-71.67	MIN
26	4.02	-16.24	7.54	-4.40	-74.94	MAX
	1.47	-30.52	7.52	-14.86	-96.33	MIN
27	-5.28	-8.60	0.90	8.10	-15.21	MAX
	-21.92	-14.92	-0.10	0.04	-30.48	MIN
28	4.27	6.90	-1.87	15.96	-42.42	MAX
	4.00	4.76	-2.48	2.89	-54.62	MIN
29	-1.57	19.79	0.00	0.00	-92.80	MAX
	-20.15	9.29	0.00	0.00	-135.55	MIN
30	-5.28	-8.60	0.10	-0.04	-15.21	MAX
	-21.92	-14.92	-0.90	-8.10	-30.48	MIN
31	4.27	6.90	2.48	-2.89	-42.42	MAX
	4.00	4.76	1.87	-15.96	-54.62	MIN

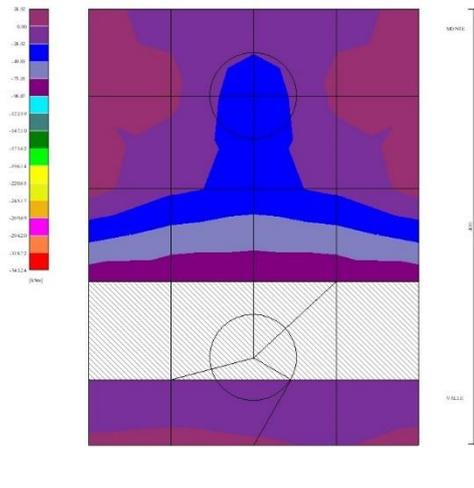


Fig. 28 - Piastra fondazione - Momento M_{xMAX} (Combinazione n° 2)

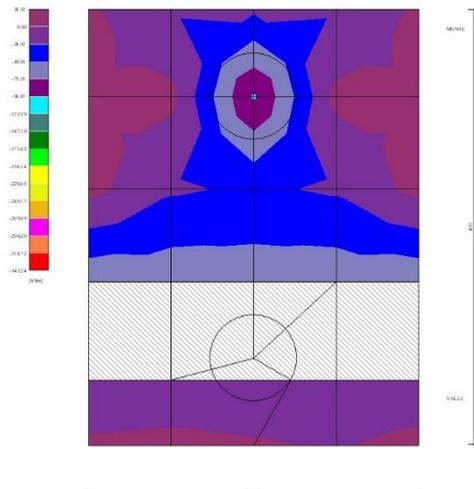


Fig. 29 - Piastra fondazione - Momento M_{xMIN} (Combinazione n° 1)

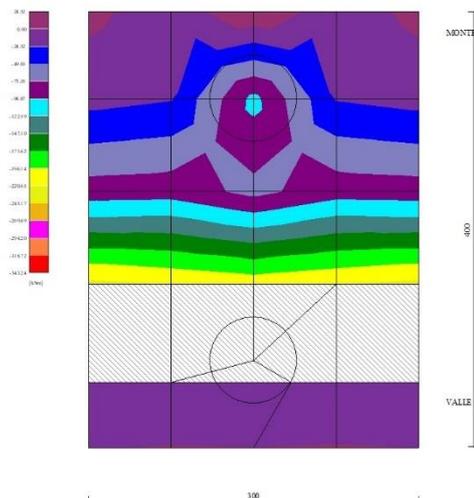


Fig. 30 - Piastra fondazione - Momento M_{yMAX} (Combinazione n° 1)

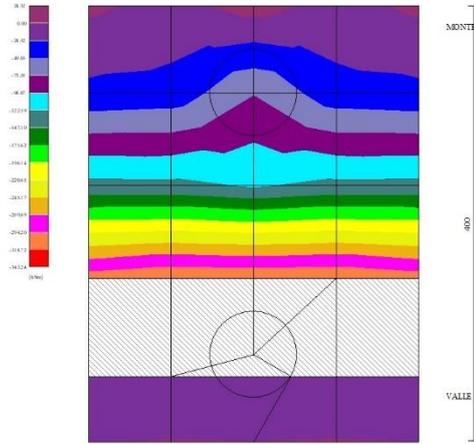


Fig. 31 - Piastra fondazione - Momento M_{yMIN} (Combinazione n° 2)

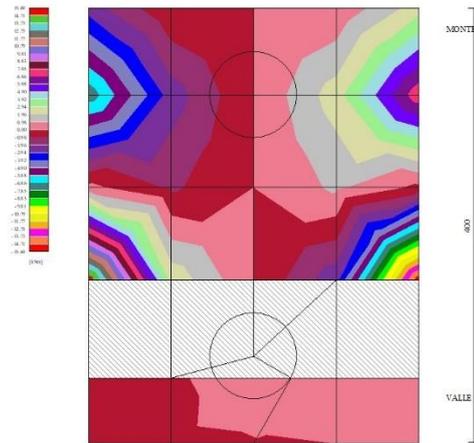


Fig. 32 - Piastra fondazione - Momento M_{xy} (Combinazione n° 2)

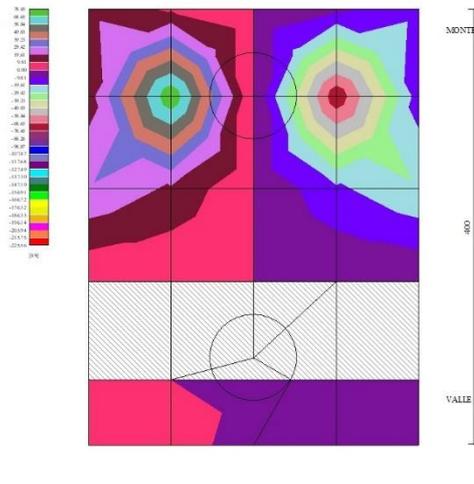


Fig. 33 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

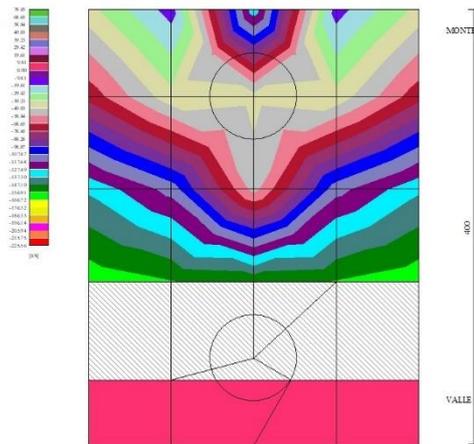


Fig. 34 - Piastra fondazione - Taglio Ty_{MAX} (Combinazione n° 1)

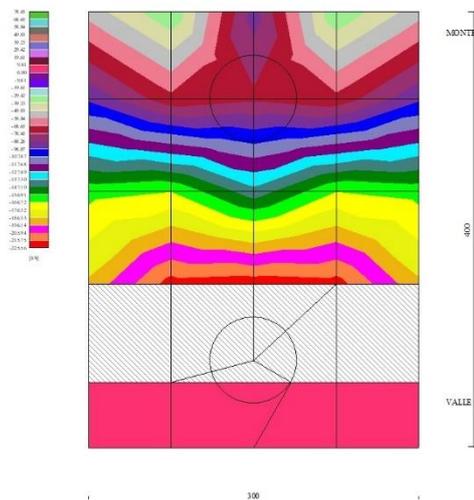


Fig. 35 - Piastra fondazione - Taglio $T_{y_{MIN}}$ (Combinazione n° 2)

10.5.3 Condizione eccezionale d'urto

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R_{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk} [kPa]	f_{uk} [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

Tipologie pali

Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, PI	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	palo D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	3.00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	5.00	[m]
Altezza paramento libero	4.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.90	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<u>Mensola di marciapiede</u>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.50	[m]
Lunghezza totale	4.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

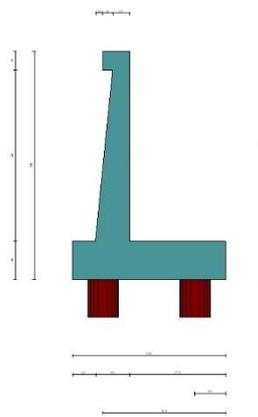


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione pali di fondazione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
α	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	palo D800	0.80	3.00	0.20	1	80.00	18.00	0.00	Centrati

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
2	palo D800	3.20	3.00	0.50	1	80.00	18.00	0.00	Centrati

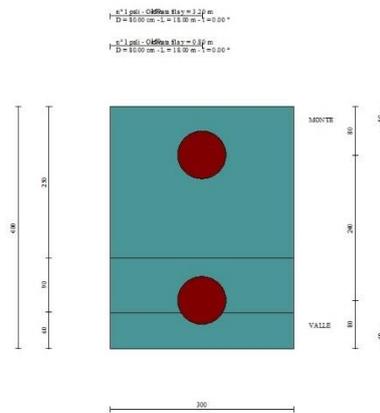


Fig. 2 - Pianta pali

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ _{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
φ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c _a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ _l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ _{sat} [kN/mc]	φ [°]	δ [°]	c [kPa]	c _a [kPa]	Cesp	τ _l [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	unità GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
K _{wn} , K _{wt}	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
K _w	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
K _s	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

K_{ststa}, K_{stsis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	K _{wn} [Kg/cm ²]	K _{wt} [Kg/cm ²]	K _w [Kg/cm ²]	K _s	Cesp	K _{ststa}	K _{stsis}
1	6.00	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	4.00	0.000	unità AL- argilla limosa	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---
3	15.00	0.000	unità GS-ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	100.000	0.500	1.000	---	---

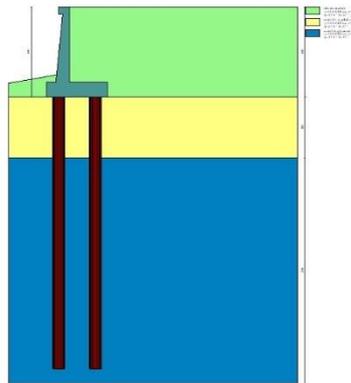


Fig. 3 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _r	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN]
Q _r	Intensità del carico per x=X _r espressa in [kN]

Condizione n° 1 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

Condizione n° 2 (urto) - ECCEZIONALE

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.40; 0.00	37.4200	0.0000	37.4200				

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.00	1.00	1.00

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Peso nell'unità di volume	γ_v	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.00	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.00	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.00	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.00	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	γ_s	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	γ_t	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	γ_{st}	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	γ_t	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$ $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.252955
Longitudine	12.845236
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741

Vita nominale 50 anni
 Classe d'uso IV
 Tipo costruzione Normali affollamenti
 Vita di riferimento 100 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		1.984	0.905
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.202	0.092
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.480	2.437
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.336	0.296
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.199	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	1.000	24.248	12.124
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.248	12.124
Esercizio	1.000	11.073	5.537

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale
 Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta Culmann
 Tipo di spinta Spinta a riposo
 Terreno a bassa permeabilità NO
 Superficie di spinta limitata NO

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante 0.00
 Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione 50.00
 Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni SI
 Considera terreno sulla fondazione di valle NO
 Considera spinta e peso acqua fondazione di valle NO

Spostamenti

Modello a blocchi
 Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti
 Spostamento limite 20.00 [cm]

Opzioni calcolo pali

Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta Berezantzev
 Metodo di calcolo della portanza alla laterale Integrazione delle tensioni tangenziali ($k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$)
 Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infilato/trivellato) Non attiva
 Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta σ_v con la profondità Pressione geostatica
 Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale Pressione geostatica

Portanza trasversale

Costante di Winkler: costante pari a 100.00 [Kg/cm²/cm] Criterio rottura palo-terreno
 - Spostamento limite Non attivo
 - Pressione limite Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
 - Palo infinitamente elastico Attivo

Cedimenti

Metodo di calcolo Metodo agli elementi finiti
 Spostamento limite alla punta 1.00 [cm]
 Spostamento limite laterale 0.50 [cm]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	145.50	23.33	133.60	57.62	2.50	-3.60
	Peso/Inerzia muro			0.00	181.04/0.00	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	262.00/0.00	1.25	-2.50
	Risultante forze sul muro			37.42	0.00	--	--
	Resistenza pali			-3288.71			

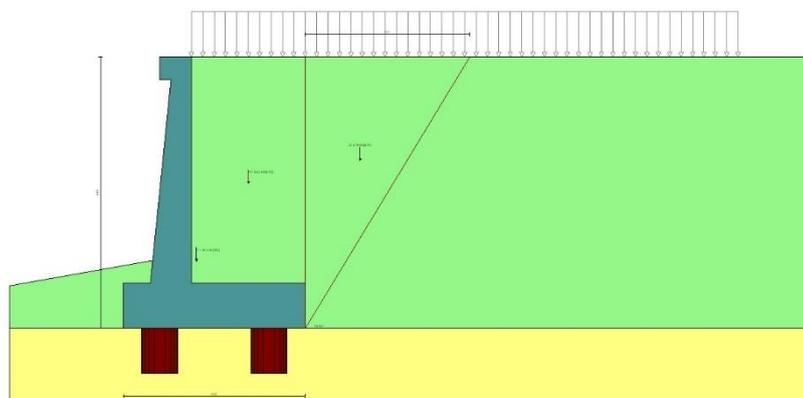


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

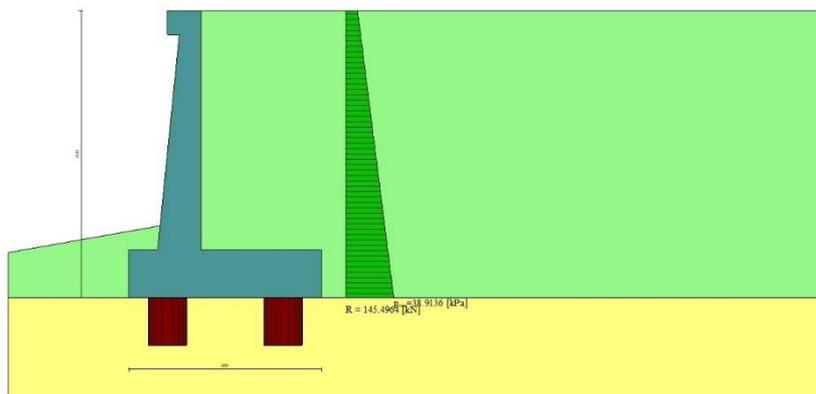


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	500.66	171.02	581.95	1242.12	0.681
2 - GEO (A2-M2-R2)	500.66	171.02	581.95	1242.12	0.681

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	325.13	0.00	-256.52
	2	1176.85	0.00	-256.52

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		19.230					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.116		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	12.22	3.116

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

M _x , M _y	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M _{xy}	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T _x , T _y	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	37.42	37.80
2	-0.10	4.39	38.19	41.51
3	-0.20	5.76	39.01	45.29

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
4	-0.30	7.18	39.88	49.14
5	-0.40	8.64	40.79	53.06
6	-0.50	10.14	41.74	57.06
7	-0.60	11.68	42.74	61.15
8	-0.70	13.27	43.78	65.32
9	-0.80	14.91	44.87	69.59
10	-0.90	16.58	46.00	73.95
11	-1.00	18.31	47.18	78.41
12	-1.10	20.07	48.40	82.98
13	-1.20	21.88	49.67	87.65
14	-1.30	23.73	50.98	92.44
15	-1.40	25.63	52.34	97.34
16	-1.50	27.57	53.74	102.36
17	-1.60	29.55	55.19	107.51
18	-1.70	31.58	56.68	112.78
19	-1.80	33.65	58.22	118.19
20	-1.90	35.77	59.80	123.73
21	-2.00	37.93	61.43	129.41
22	-2.10	40.13	63.10	135.24
23	-2.20	42.38	64.81	141.22
24	-2.30	44.67	66.58	147.35
25	-2.40	47.00	68.38	153.64
26	-2.50	49.38	70.23	160.08
27	-2.60	51.80	72.13	166.70
28	-2.70	54.27	74.07	173.48
29	-2.80	56.78	76.06	180.43
30	-2.90	59.33	78.09	187.57
31	-3.00	61.93	80.16	194.88
32	-3.10	64.57	82.28	202.38
33	-3.20	67.26	84.45	210.07
34	-3.30	69.99	86.66	217.95
35	-3.40	72.76	88.91	226.03
36	-3.50	75.58	91.21	234.31
37	-3.60	78.44	93.56	242.80
38	-3.70	81.34	95.95	251.50
39	-3.80	84.29	98.38	260.41
40	-3.90	87.28	100.86	269.54
41	-4.00	90.32	103.38	278.89
42	-4.10	93.40	105.95	288.47
43	-4.20	96.52	108.57	298.28
44	-4.30	99.69	111.23	308.32
45	-4.40	102.90	113.93	318.60
46	-4.50	106.16	116.68	329.12
47	-4.60	109.46	119.47	339.89
48	-4.70	112.80	122.31	350.91
49	-4.80	116.19	125.20	362.19
50	-4.90	119.62	128.12	373.72
51	-5.00	123.09	131.10	385.52

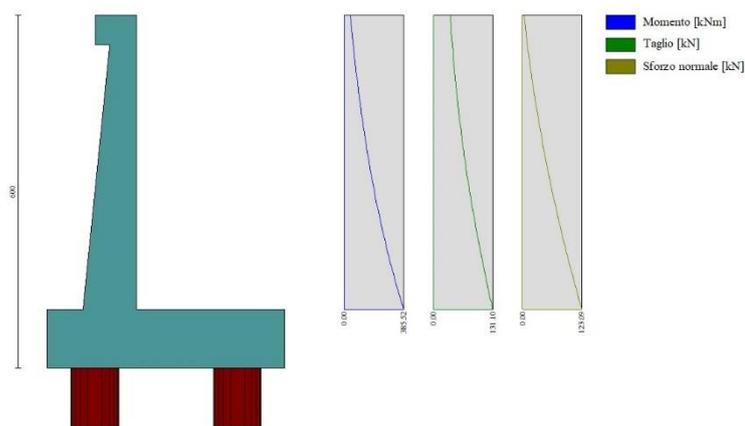


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

Piastra fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.30	-0.17	-0.26	0.25	7.02
2	0.50	0.13	-0.11	0.05	7.95
3	-1.44	-4.79	-0.12	0.00	7.95

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
4	-1.35	-4.50	-0.25	0.00	7.02
5	0.18	0.03	-0.06	-0.05	7.22
6	-1.34	-4.45	0.68	0.00	7.19
7	-66.42	-221.40	-1.98	0.00	-158.55
8	-68.68	-228.95	5.96	0.00	-164.17
9	-68.68	-228.95	5.96	0.00	-164.17
10	-63.76	-212.54	0.00	0.00	-156.20
11	-0.15	0.18	0.00	-0.25	7.20
12	-1.22	-4.07	0.00	0.00	7.20
13	-66.42	-221.40	1.98	0.00	-158.55
14	-21.39	-88.21	-6.27	17.77	-114.47
15	7.64	-85.05	-5.07	28.62	-136.01
16	-28.29	-66.97	0.00	0.00	-56.25
17	-21.39	-88.21	6.27	-17.77	-114.47
18	0.51	-0.05	0.05	-0.57	6.99
19	-1.33	-4.42	0.16	0.00	6.99
20	-68.68	-228.95	-5.96	0.00	-164.17
21	7.64	-85.05	5.07	-28.62	-136.01
22	5.19	-23.36	-3.90	76.63	-42.89
23	3.98	-16.42	-7.52	14.72	-75.21
24	-100.70	-105.63	0.00	0.00	-45.66
25	5.19	-23.36	3.90	-76.63	-42.89
26	3.98	-16.42	7.52	-14.72	-75.21
27	-21.71	-14.84	0.88	8.00	-15.40
28	4.00	6.87	-1.88	15.80	-42.57
29	-19.92	19.66	0.00	0.00	-135.01
30	-21.71	-14.84	-0.88	-8.00	-15.40
31	4.00	6.87	1.88	-15.80	-42.57

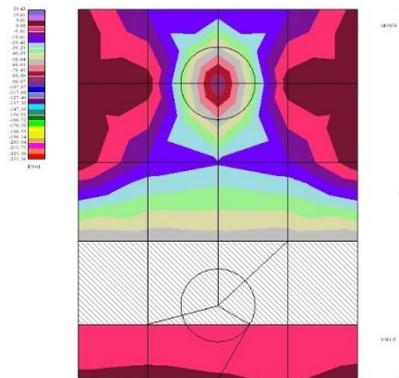


Fig. 7 - Piastra fondazione - Momenti Mx (Combinazione n° 1)

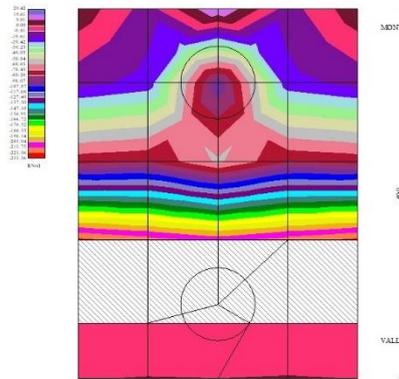


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti My (Combinazione n° 1)

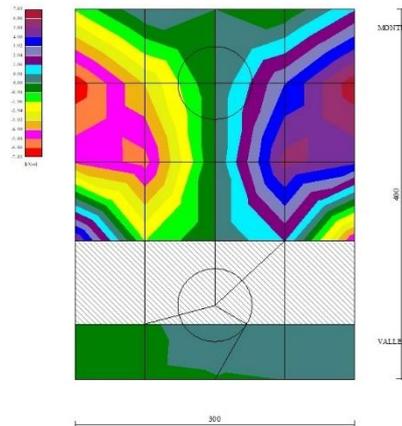


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 1)

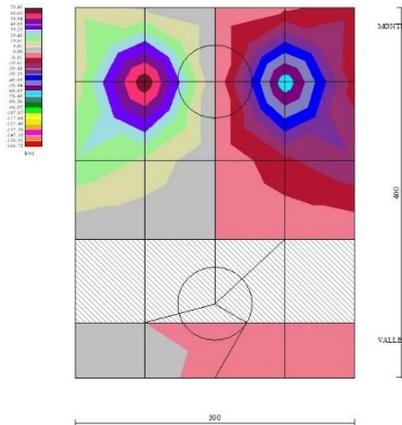


Fig. 10 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

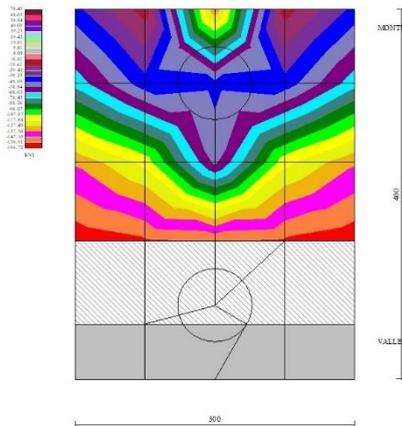


Fig. 11 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 1)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	145.50	23.33	133.60	57.62	2.50	-3.60
	Peso/Inerzia muro			0.00	181.04/0.00	0.11	-4.22
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	262.00/0.00	1.25	-2.50
	Risultante forze sul muro			37.42	0.00	--	--
	Resistenza pali			-3288.71			

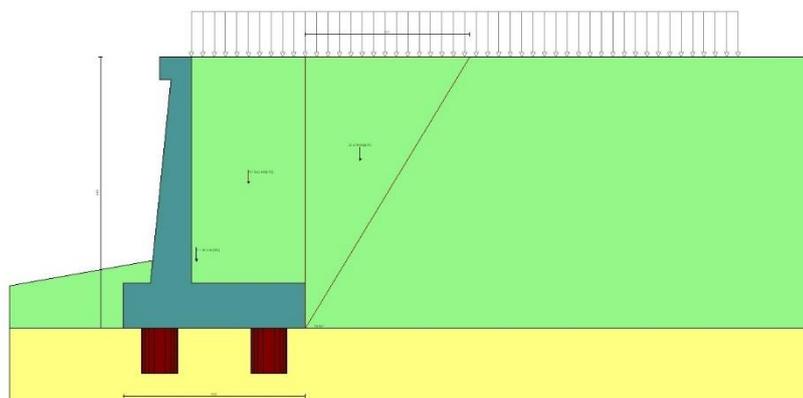


Fig. 14 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

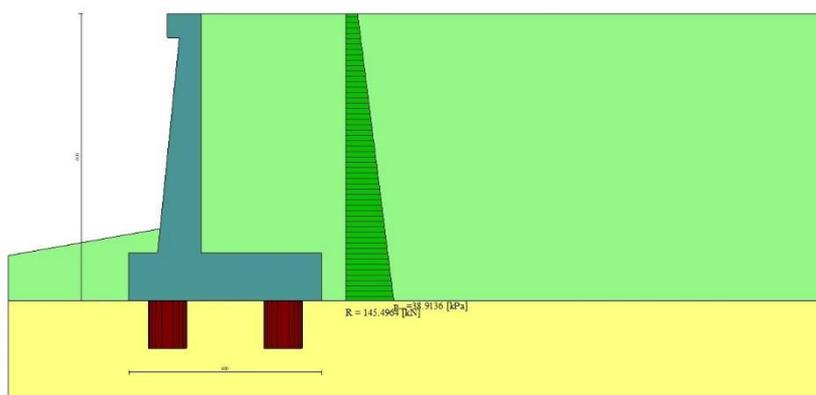


Fig. 15 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	500.66	171.02	581.95	1242.12	0.681
2 - GEO (A2-M2-R2)	500.66	171.02	581.95	1242.12	0.681

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	325.13	0.00	-256.52
	2	1176.85	0.00	-256.52

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		19.230					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.116		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.00	12.22	3.116

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

M _x , M _y	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M _{xy}	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T _x , T _y	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0.00	3.07	3.07	37.42	37.42	37.80	37.80
2	-0.10	4.39	4.39	38.19	38.19	41.51	41.51
3	-0.20	5.76	5.76	39.01	39.01	45.29	45.29
4	-0.30	7.18	7.18	39.88	39.88	49.14	49.14
5	-0.40	8.64	8.64	40.79	40.79	53.06	53.06

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
6	-0.50	10.14	10.14	41.74	41.74	57.06	57.06
7	-0.60	11.68	11.68	42.74	42.74	61.15	61.15
8	-0.70	13.27	13.27	43.78	43.78	65.32	65.32
9	-0.80	14.91	14.91	44.87	44.87	69.59	69.59
10	-0.90	16.58	16.58	46.00	46.00	73.95	73.95
11	-1.00	18.31	18.31	47.18	47.18	78.41	78.41
12	-1.10	20.07	20.07	48.40	48.40	82.98	82.98
13	-1.20	21.88	21.88	49.67	49.67	87.65	87.65
14	-1.30	23.73	23.73	50.98	50.98	92.44	92.44
15	-1.40	25.63	25.63	52.34	52.34	97.34	97.34
16	-1.50	27.57	27.57	53.74	53.74	102.36	102.36
17	-1.60	29.55	29.55	55.19	55.19	107.51	107.51
18	-1.70	31.58	31.58	56.68	56.68	112.78	112.78
19	-1.80	33.65	33.65	58.22	58.22	118.19	118.19
20	-1.90	35.77	35.77	59.80	59.80	123.73	123.73
21	-2.00	37.93	37.93	61.43	61.43	129.41	129.41
22	-2.10	40.13	40.13	63.10	63.10	135.24	135.24
23	-2.20	42.38	42.38	64.81	64.81	141.22	141.22
24	-2.30	44.67	44.67	66.58	66.58	147.35	147.35
25	-2.40	47.00	47.00	68.38	68.38	153.64	153.64
26	-2.50	49.38	49.38	70.23	70.23	160.08	160.08
27	-2.60	51.80	51.80	72.13	72.13	166.70	166.70
28	-2.70	54.27	54.27	74.07	74.07	173.48	173.48
29	-2.80	56.78	56.78	76.06	76.06	180.43	180.43
30	-2.90	59.33	59.33	78.09	78.09	187.57	187.57
31	-3.00	61.93	61.93	80.16	80.16	194.88	194.88
32	-3.10	64.57	64.57	82.28	82.28	202.38	202.38
33	-3.20	67.26	67.26	84.45	84.45	210.07	210.07
34	-3.30	69.99	69.99	86.66	86.66	217.95	217.95
35	-3.40	72.76	72.76	88.91	88.91	226.03	226.03
36	-3.50	75.58	75.58	91.21	91.21	234.31	234.31
37	-3.60	78.44	78.44	93.56	93.56	242.80	242.80
38	-3.70	81.34	81.34	95.95	95.95	251.50	251.50
39	-3.80	84.29	84.29	98.38	98.38	260.41	260.41
40	-3.90	87.28	87.28	100.86	100.86	269.54	269.54
41	-4.00	90.32	90.32	103.38	103.38	278.89	278.89
42	-4.10	93.40	93.40	105.95	105.95	288.47	288.47
43	-4.20	96.52	96.52	108.57	108.57	298.28	298.28
44	-4.30	99.69	99.69	111.23	111.23	308.32	308.32
45	-4.40	102.90	102.90	113.93	113.93	318.60	318.60
46	-4.50	106.16	106.16	116.68	116.68	329.12	329.12
47	-4.60	109.46	109.46	119.47	119.47	339.89	339.89
48	-4.70	112.80	112.80	122.31	122.31	350.91	350.91
49	-4.80	116.19	116.19	125.20	125.20	362.19	362.19
50	-4.90	119.62	119.62	128.12	128.12	373.72	373.72
51	-5.00	123.09	123.09	131.10	131.10	385.52	385.52

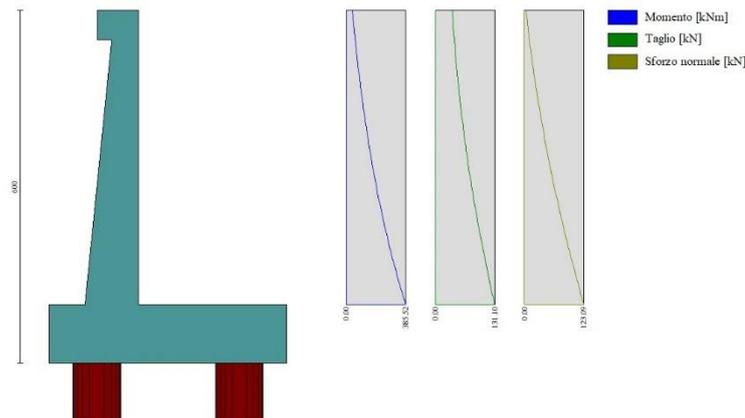


Fig. 16 - Paramento

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.30	-0.17	-0.26	0.25	7.02	MAX
	0.30	-0.17	-0.26	0.25	7.02	MIN
2	0.50	0.13	-0.11	0.05	7.95	MAX
	0.50	0.13	-0.11	0.05	7.95	MIN
3	-1.44	-4.79	-0.12	0.00	7.95	MAX
	-1.44	-4.79	-0.12	0.00	7.95	MIN
4	-1.35	-4.50	-0.25	0.00	7.02	MAX
	-1.35	-4.50	-0.25	0.00	7.02	MIN

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
5	0.18	0.03	-0.06	-0.05	7.22	MAX
	0.18	0.03	-0.06	-0.05	7.22	MIN
6	-1.34	-4.45	0.68	0.00	7.19	MAX
	-1.34	-4.45	0.68	0.00	7.19	MIN
7	-66.42	-221.40	-1.98	0.00	-158.55	MAX
	-66.42	-221.40	-1.98	0.00	-158.55	MIN
8	-68.68	-228.95	5.96	0.00	-164.17	MAX
	-68.68	-228.95	5.96	0.00	-164.17	MIN
9	-68.68	-228.95	5.96	0.00	-164.17	MAX
	-68.68	-228.95	5.96	0.00	-164.17	MIN
10	-63.76	-212.54	0.00	0.00	-156.20	MAX
	-63.76	-212.54	0.00	0.00	-156.20	MIN
11	-0.15	0.18	0.00	-0.25	7.20	MAX
	-0.15	0.18	0.00	-0.25	7.20	MIN
12	-1.22	-4.07	0.00	0.00	7.20	MAX
	-1.22	-4.07	0.00	0.00	7.20	MIN
13	-66.42	-221.40	1.98	0.00	-158.55	MAX
	-66.42	-221.40	1.98	0.00	-158.55	MIN
14	-21.39	-88.21	-6.27	17.77	-114.47	MAX
	-21.39	-88.21	-6.27	17.77	-114.47	MIN
15	7.64	-85.05	-5.07	28.62	-136.01	MAX
	7.64	-85.05	-5.07	28.62	-136.01	MIN
16	-28.29	-66.97	0.00	0.00	-56.25	MAX
	-28.29	-66.97	0.00	0.00	-56.25	MIN
17	-21.39	-88.21	6.27	-17.77	-114.47	MAX
	-21.39	-88.21	6.27	-17.77	-114.47	MIN
18	0.51	-0.05	0.05	-0.57	6.99	MAX
	0.51	-0.05	0.05	-0.57	6.99	MIN
19	-1.33	-4.42	0.16	0.00	6.99	MAX
	-1.33	-4.42	0.16	0.00	6.99	MIN
20	-68.68	-228.95	-5.96	0.00	-164.17	MAX
	-68.68	-228.95	-5.96	0.00	-164.17	MIN
21	7.64	-85.05	5.07	-28.62	-136.01	MAX
	7.64	-85.05	5.07	-28.62	-136.01	MIN
22	5.19	-23.36	-3.90	76.63	-42.89	MAX
	5.19	-23.36	-3.90	76.63	-42.89	MIN
23	3.98	-16.42	-7.52	14.72	-75.21	MAX
	3.98	-16.42	-7.52	14.72	-75.21	MIN
24	-100.70	-105.63	0.00	0.00	-45.66	MAX
	-100.70	-105.63	0.00	0.00	-45.66	MIN
25	5.19	-23.36	3.90	-76.63	-42.89	MAX
	5.19	-23.36	3.90	-76.63	-42.89	MIN
26	3.98	-16.42	7.52	-14.72	-75.21	MAX
	3.98	-16.42	7.52	-14.72	-75.21	MIN
27	-21.71	-14.84	0.88	8.00	-15.40	MAX
	-21.71	-14.84	0.88	8.00	-15.40	MIN
28	4.00	6.87	-1.88	15.80	-42.57	MAX
	4.00	6.87	-1.88	15.80	-42.57	MIN
29	-19.92	19.66	0.00	0.00	-135.01	MAX
	-19.92	19.66	0.00	0.00	-135.01	MIN
30	-21.71	-14.84	-0.88	-8.00	-15.40	MAX
	-21.71	-14.84	-0.88	-8.00	-15.40	MIN
31	4.00	6.87	1.88	-15.80	-42.57	MAX
	4.00	6.87	1.88	-15.80	-42.57	MIN

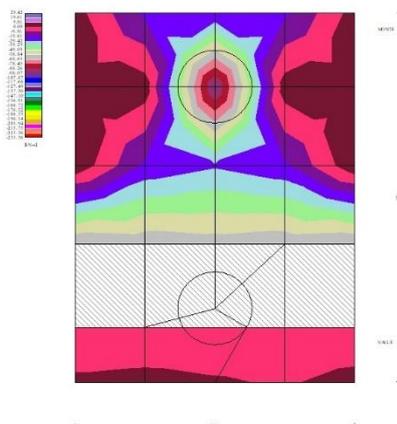


Fig. 17 - Piastra fondazione - Momento Mx (Combinazione n° 1)

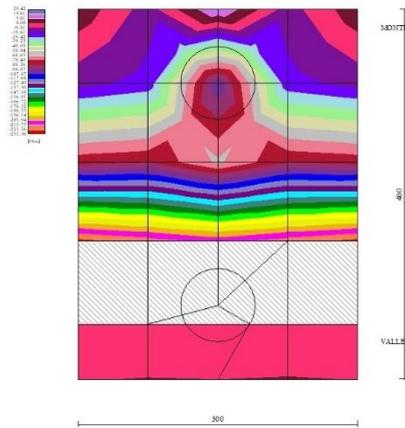


Fig. 18 - Piastra fondazione - Momento My (Combinazione n° 1)

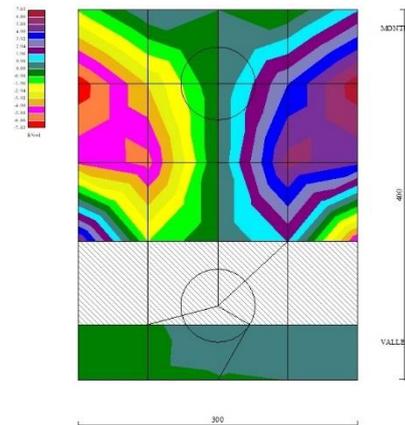


Fig. 19 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 1)

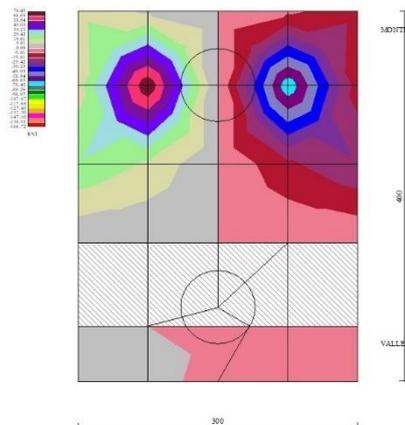


Fig. 20 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

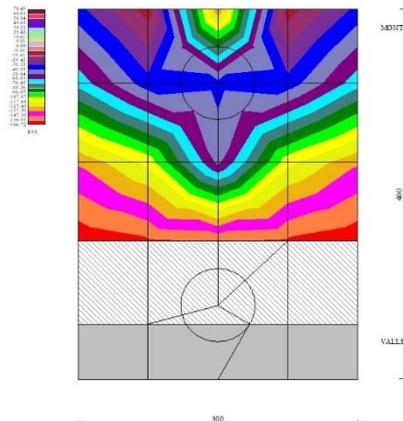


Fig. 21 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 1)

10.6 MURO TIPOLOGICO E1

10.6.1 Condizione statica

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R_{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk} [kPa]	f_{uk} [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

Tipologie pali

Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota

Pp, PI Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	palo D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n° numero ordine del punto
X ascissa del punto espressa in [m]
Y ordinata del punto espressa in [m]
A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 2.40 [m]

Paramento

Materiale C32/40
Altezza paramento 6.00 [m]
Altezza paramento libero 4.50 [m]
Spessore in sommità 0.40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione 1.00 [m]
Inclinazione paramento esterno 5.70 [°]
Inclinazione paramento interno 0.00 [°]

Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro 0.00 [m]
Lunghezza 0.30 [m]
Spessore all'estremità libera 0.50 [m]
Spessore all'incastro 0.50 [m]

Fondazione

Materiale C32/40
Lunghezza mensola di valle 0.60 [m]
Lunghezza mensola di monte 4.80 [m]
Lunghezza totale 6.40 [m]
Inclinazione piano di posa 0.00 [°]
Spessore 1.20 [m]
Spessore magrone 0.00 [m]

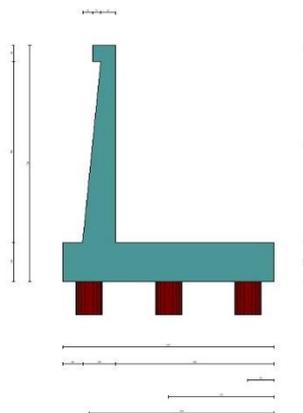


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione pali di fondazione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
α	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	palo D800	0.80	3.00	0.20	1	80.00	16.00	0.00	Centrati
2	palo D800	3.20	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati
3	palo D800	5.60	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati

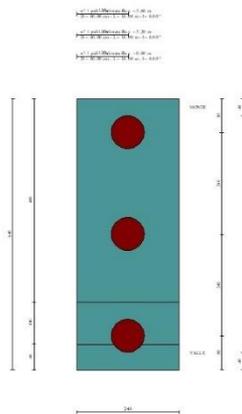


Fig. 2 - Pianta pali

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]

Ca Adesione terra-muro espressa in [kPa]
 Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix
 Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
 τl Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ _{sat} [kN/mc]	φ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τl [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato
 H Spessore dello strato espresso in [m]
 α Inclinazione espressa in [°]
 Terreno Terreno dello strato
 Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm²/cm
 Per calcolo pali (solo se presenti)
 Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
 Ks Coefficiente di spinta
 Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')
 Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	7.20	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	20.00	0.000	GS-ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	---	---

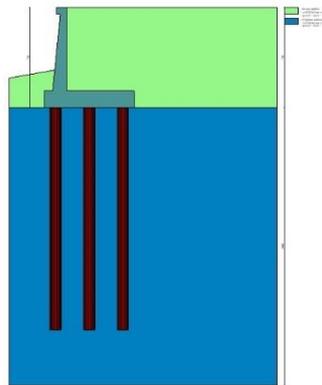


Fig. 3 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
 Momento positivo senso antiorario.
 X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
 F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
 F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
 M Momento espresso in [kNm]
 X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
 X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
 Q_i Intensità del carico per x=X_i espressa in [kN]
 Q_f Intensità del carico per x=X_f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	γ_s	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	γ_t	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	γ_{st}	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	γ_t	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$ $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.50	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.30	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
traffico veicolare	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale
 Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta a riposo
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	20.00 [cm]

Opzioni calcolo pali

Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta	Berezantzev
Metodo di calcolo della portanza alla laterale	Integrazione delle tensioni tangenziali ($k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$)
Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato)	Attiva
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta σ_v con la profondità	Pressione geostatica
Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale	Pressione geostatica

Portanza trasversale

Costante di Winkler: costante pari a 100.00 [Kg/cm ² /cm]	Criterio rottura palo-terreno
- Spostamento limite	Non attivo
- Pressione limite	Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
- Palo infinitamente elastico	Attivo

Cedimenti

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1.00 [cm]
Spostamento limite laterale	0.50 [cm]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione
 A Tipo azione
 I Inclinazione della spinta, espressa in [°]
 V Valore dell'azione, espressa in [kN]
 Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
 Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	319.37	23.33	293.26	126.48	4.80	-4.22
	Peso/Inerzia muro			0.00	294.52/0.00	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	740.16/0.00	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5381.68			
3	Spinta statica	243.02	23.33	223.15	96.24	4.80	-4.23
	Peso/Inerzia muro			0.00	294.52/0.00	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	695.04/0.00	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5578.28			
4	Spinta statica	234.22	23.33	215.07	92.76	4.80	-4.25
	Peso/Inerzia muro			0.00	294.52/0.00	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	671.04/0.00	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5376.36			
5	Spinta statica	207.82	23.33	190.83	82.30	4.80	-4.33
	Peso/Inerzia muro			0.00	294.52/0.00	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	599.04/0.00	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-4770.43			

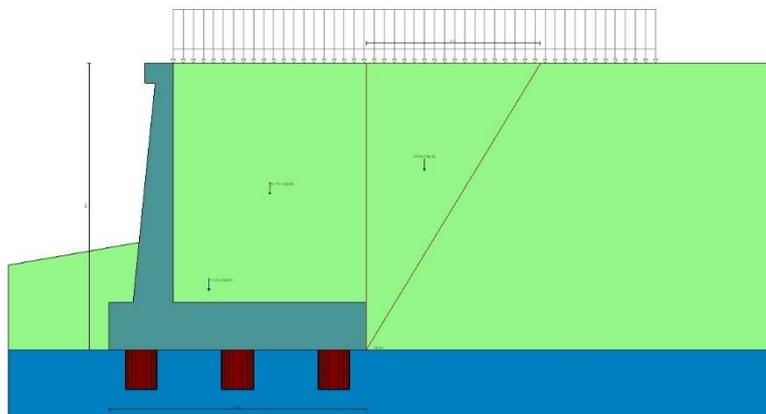


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

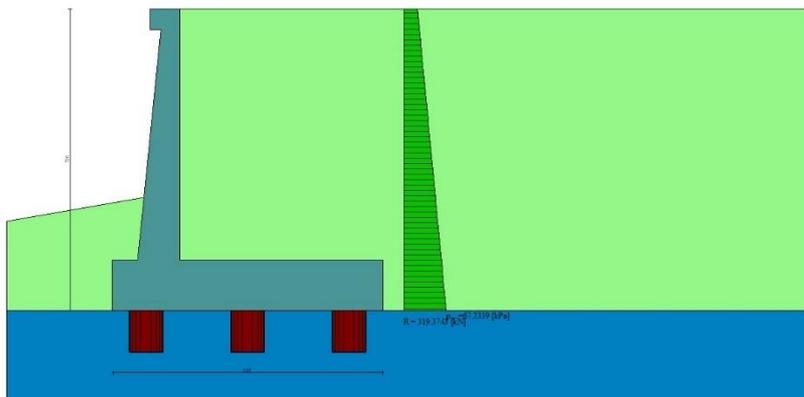


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1161.16	293.26	874.26	4501.29	0.076
2 - GEO (A2-M2-R2)	1109.02	284.45	843.90	4224.77	0.151
3 - SLER	1085.80	223.15	663.74	4127.36	0.010
4 - SLEF	1058.32	215.07	634.65	4009.09	0.011
5 - SLEQ	975.86	190.83	547.39	3654.28	0.016

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	885.24	0.00	-234.59
	2	928.93	0.00	-234.59
	3	972.62	0.00	-234.59
3 - SLER	1	863.78	0.00	-178.50
	2	868.64	0.00	-178.50
	3	873.50	0.00	-178.50
4 - SLEF	1	841.16	0.00	-172.04
	2	846.65	0.00	-172.04
	3	852.14	0.00	-172.04
5 - SLEQ	1	773.30	0.00	-152.65
	2	780.69	0.00	-152.65
	3	788.08	0.00	-152.65

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		18.351					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.425		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	14.96	3.425

Cedimenti pali

Simbologia adottata

Ic Indice combinazione
Ip Indice palo
w Cedimento, espresso in [cm]

Ic	Ip	w [cm]
3	1	0.1738
	2	0.1748
	3	0.1758
4	1	0.1693
	2	0.1704
	3	0.1715
5	1	0.1556
	2	0.1571
	3	0.1586

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]
Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.84	1.80	0.31
3	-0.20	6.66	3.66	0.40
4	-0.30	8.52	5.58	0.67
5	-0.40	10.44	7.56	1.11
6	-0.50	12.41	9.59	1.73
7	-0.60	14.43	11.68	2.53
8	-0.70	16.50	13.83	3.53
9	-0.80	18.61	16.04	4.73
10	-0.90	20.78	18.31	6.12
11	-1.00	23.00	20.64	7.73
12	-1.10	25.26	23.02	9.54
13	-1.20	27.58	25.46	11.58
14	-1.30	29.94	27.96	13.84
15	-1.40	32.36	30.52	16.33
16	-1.50	34.82	33.14	19.05
17	-1.60	37.34	35.82	22.01
18	-1.70	39.90	38.55	25.22
19	-1.80	42.51	41.34	28.68
20	-1.90	45.18	44.20	32.39
21	-2.00	47.89	47.11	36.37
22	-2.10	50.65	50.07	40.61
23	-2.20	53.46	53.10	45.12
24	-2.30	56.33	56.18	49.91
25	-2.40	59.24	59.33	54.98
26	-2.50	62.20	62.53	60.34
27	-2.60	65.21	65.79	65.99
28	-2.70	68.27	69.10	71.95
29	-2.80	71.38	72.48	78.20
30	-2.90	74.54	75.92	84.76
31	-3.00	77.75	79.41	91.64
32	-3.10	81.01	82.96	98.84
33	-3.20	84.31	86.57	106.36
34	-3.30	87.67	90.24	114.22
35	-3.40	91.08	93.96	122.40
36	-3.50	94.54	97.75	130.93
37	-3.60	98.04	101.59	139.81
38	-3.70	101.60	105.49	149.04
39	-3.80	105.21	109.45	158.62
40	-3.90	108.86	113.47	168.57

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
41	-4.00	112.57	117.55	178.89
42	-4.10	116.32	121.68	189.57
43	-4.20	120.13	125.88	200.64
44	-4.30	123.98	130.13	212.09
45	-4.40	127.89	134.44	223.93
46	-4.50	131.84	138.81	236.16
47	-4.60	135.84	143.23	248.80
48	-4.70	139.89	147.72	261.83
49	-4.80	144.00	152.26	275.28
50	-4.90	148.15	156.86	289.15
51	-5.00	152.35	161.52	303.43
52	-5.10	156.60	166.24	318.15
53	-5.20	160.90	171.02	333.29
54	-5.30	165.25	175.85	348.87
55	-5.40	169.65	180.74	364.89
56	-5.50	174.10	185.70	381.37
57	-5.60	178.60	190.71	398.29
58	-5.70	183.15	195.78	415.67
59	-5.80	187.75	200.90	433.52
60	-5.90	192.40	206.09	451.83
61	-6.00	197.10	211.33	470.62

Combinazione n° 3 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.64	1.35	0.33
3	-0.20	6.26	2.75	0.40
4	-0.30	7.93	4.19	0.59
5	-0.40	9.63	5.68	0.92
6	-0.50	11.38	7.21	1.38
7	-0.60	13.18	8.78	1.97
8	-0.70	15.02	10.40	2.72
9	-0.80	16.90	12.07	3.60
10	-0.90	18.83	13.78	4.64
11	-1.00	20.80	15.54	5.84
12	-1.10	22.81	17.34	7.19
13	-1.20	24.87	19.18	8.71
14	-1.30	26.97	21.07	10.39
15	-1.40	29.12	23.01	12.25
16	-1.50	31.31	24.99	14.28
17	-1.60	33.54	27.01	16.49
18	-1.70	35.82	29.08	18.89
19	-1.80	38.14	31.19	21.47
20	-1.90	40.50	33.35	24.24
21	-2.00	42.91	35.56	27.21
22	-2.10	45.36	37.81	30.38
23	-2.20	47.86	40.10	33.75
24	-2.30	50.40	42.44	37.34
25	-2.40	52.98	44.82	41.13
26	-2.50	55.61	47.25	45.14
27	-2.60	58.28	49.73	49.37
28	-2.70	61.00	52.24	53.83
29	-2.80	63.76	54.81	58.51
30	-2.90	66.56	57.42	63.43
31	-3.00	69.41	60.07	68.58
32	-3.10	72.30	62.77	73.97
33	-3.20	75.23	65.51	79.61
34	-3.30	78.21	68.30	85.50
35	-3.40	81.23	71.13	91.64
36	-3.50	84.30	74.01	98.03
37	-3.60	87.41	76.93	104.69
38	-3.70	90.56	79.90	111.61
39	-3.80	93.76	82.91	118.81
40	-3.90	97.00	85.97	126.27
41	-4.00	100.28	89.07	134.01
42	-4.10	103.61	92.21	142.04
43	-4.20	106.99	95.41	150.35
44	-4.30	110.40	98.64	158.95
45	-4.40	113.86	101.92	167.84
46	-4.50	117.37	105.25	177.03
47	-4.60	120.91	108.62	186.53
48	-4.70	124.51	112.04	196.33
49	-4.80	128.14	115.50	206.43
50	-4.90	131.82	119.00	216.86
51	-5.00	135.55	122.56	227.60
52	-5.10	139.31	126.15	238.66
53	-5.20	143.12	129.79	250.05
54	-5.30	146.98	133.48	261.77
55	-5.40	150.88	137.21	273.83
56	-5.50	154.82	140.98	286.22
57	-5.60	158.81	144.80	298.96
58	-5.70	162.84	148.67	312.04
59	-5.80	166.91	152.58	325.47
60	-5.90	171.03	156.53	339.26
61	-6.00	175.19	160.53	353.41

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.59	1.24	0.33
3	-0.20	6.16	2.52	0.39
4	-0.30	7.78	3.85	0.57
5	-0.40	9.44	5.23	0.87
6	-0.50	11.14	6.65	1.29
7	-0.60	12.89	8.11	1.84
8	-0.70	14.68	9.62	2.52
9	-0.80	16.51	11.17	3.34
10	-0.90	18.39	12.77	4.30
11	-1.00	20.31	14.41	5.40
12	-1.10	22.28	16.10	6.65
13	-1.20	24.29	17.83	8.05
14	-1.30	26.34	19.61	9.61
15	-1.40	28.44	21.44	11.33
16	-1.50	30.58	23.30	13.22
17	-1.60	32.76	25.22	15.27
18	-1.70	34.99	27.17	17.50
19	-1.80	37.27	29.17	19.90
20	-1.90	39.58	31.22	22.49
21	-2.00	41.94	33.31	25.26
22	-2.10	44.35	35.45	28.22
23	-2.20	46.79	37.63	31.37
24	-2.30	49.28	39.86	34.72
25	-2.40	51.82	42.13	38.27
26	-2.50	54.40	44.45	42.03
27	-2.60	57.02	46.81	45.99
28	-2.70	59.69	49.21	50.17
29	-2.80	62.40	51.67	54.57
30	-2.90	65.15	54.16	59.19
31	-3.00	67.95	56.70	64.04
32	-3.10	70.80	59.29	69.11
33	-3.20	73.68	61.92	74.42
34	-3.30	76.61	64.59	79.97
35	-3.40	79.59	67.31	85.76
36	-3.50	82.60	70.08	91.79
37	-3.60	85.66	72.89	98.08
38	-3.70	88.77	75.74	104.62
39	-3.80	91.92	78.64	111.42
40	-3.90	95.11	81.59	118.48
41	-4.00	98.35	84.58	125.81
42	-4.10	101.63	87.61	133.41
43	-4.20	104.95	90.69	141.28
44	-4.30	108.32	93.82	149.44
45	-4.40	111.73	96.99	157.87
46	-4.50	115.19	100.20	166.60
47	-4.60	118.69	103.46	175.61
48	-4.70	122.23	106.76	184.92
49	-4.80	125.82	110.11	194.53
50	-4.90	129.45	113.51	204.44
51	-5.00	133.13	116.94	214.66
52	-5.10	136.84	120.43	225.19
53	-5.20	140.61	123.96	236.04
54	-5.30	144.41	127.53	247.20
55	-5.40	148.26	131.15	258.69
56	-5.50	152.16	134.81	270.51
57	-5.60	156.10	138.52	282.66
58	-5.70	160.08	142.27	295.15
59	-5.80	164.10	146.07	307.97
60	-5.90	168.17	149.91	321.14
61	-6.00	172.29	153.80	334.66

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.45	0.90	0.35
3	-0.20	5.87	1.85	0.39
4	-0.30	7.34	2.84	0.51
5	-0.40	8.86	3.88	0.73
6	-0.50	10.42	4.96	1.03
7	-0.60	12.02	6.09	1.43
8	-0.70	13.66	7.26	1.93
9	-0.80	15.35	8.48	2.54
10	-0.90	17.08	9.74	3.25
11	-1.00	18.86	11.05	4.08
12	-1.10	20.68	12.40	5.02
13	-1.20	22.55	13.79	6.08
14	-1.30	24.45	15.24	7.27
15	-1.40	26.41	16.72	8.58
16	-1.50	28.40	18.25	10.03
17	-1.60	30.44	19.83	11.61
18	-1.70	32.52	21.45	13.34

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
19	-1.80	34.65	23.12	15.21
20	-1.90	36.82	24.83	17.22
21	-2.00	39.04	26.58	19.39
22	-2.10	41.30	28.38	21.72
23	-2.20	43.60	30.23	24.21
24	-2.30	45.95	32.12	26.87
25	-2.40	48.34	34.05	29.69
26	-2.50	50.77	36.03	32.69
27	-2.60	53.25	38.06	35.86
28	-2.70	55.77	40.13	39.21
29	-2.80	58.33	42.24	42.76
30	-2.90	60.94	44.40	46.49
31	-3.00	63.60	46.60	50.41
32	-3.10	66.29	48.85	54.53
33	-3.20	69.04	51.15	58.86
34	-3.30	71.82	53.48	63.39
35	-3.40	74.65	55.87	68.13
36	-3.50	77.52	58.30	73.08
37	-3.60	80.44	60.77	78.25
38	-3.70	83.40	63.29	83.64
39	-3.80	86.40	65.85	89.27
40	-3.90	89.45	68.46	95.12
41	-4.00	92.54	71.11	101.20
42	-4.10	95.68	73.81	107.52
43	-4.20	98.86	76.55	114.09
44	-4.30	102.08	79.34	120.90
45	-4.40	105.34	82.17	127.97
46	-4.50	108.66	85.05	135.29
47	-4.60	112.01	87.97	142.86
48	-4.70	115.41	90.94	150.70
49	-4.80	118.85	93.95	158.81
50	-4.90	122.34	97.01	167.19
51	-5.00	125.87	100.11	175.84
52	-5.10	129.44	103.26	184.78
53	-5.20	133.06	106.45	193.99
54	-5.30	136.72	109.69	203.50
55	-5.40	140.42	112.97	213.29
56	-5.50	144.17	116.30	223.38
57	-5.60	147.97	119.67	233.77
58	-5.70	151.80	123.08	244.47
59	-5.80	155.68	126.54	255.47
60	-5.90	159.61	130.05	266.78
61	-6.00	163.58	133.60	278.41

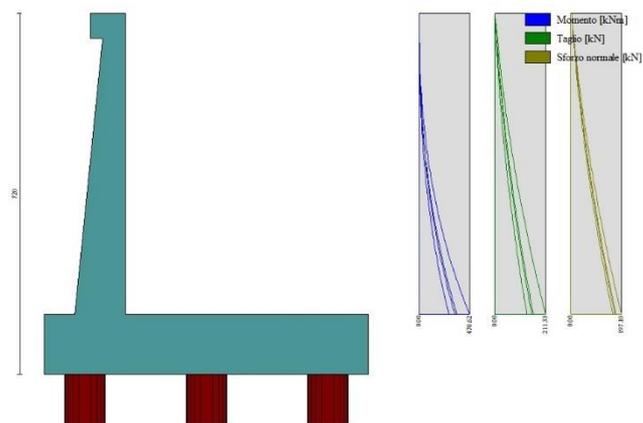


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

Mensola valle

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 3 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 4 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38

Combinazione n° 5 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 7 - Mensola valle (Inviluppo)

Piastra fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
23	18.05	-12.18	-5.57	71.43	-67.84	MAX
24	-282.93	-264.76	0.00	0.00	-37.23	MIN
34	-27.05	103.51	0.00	0.00	198.52	MAX
24	-282.93	-264.76	0.00	0.00	-37.23	MIN
17	-37.85	-51.78	15.77	-9.38	-33.26	MAX
14	-37.85	-51.78	-15.77	9.38	-33.26	MIN
22	3.19	-41.71	-3.17	266.65	-41.39	MAX
25	3.19	-41.71	3.17	-266.65	-41.39	MIN
34	-27.05	103.51	0.00	0.00	198.52	MAX
44	-49.11	77.21	0.00	0.00	-328.84	MIN

Combinazione n° 3 - SLER

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	83.52	278.41	0.00	0.00	74.07	MAX
24	-282.93	-264.76	0.00	0.00	-37.23	MIN
10	83.52	278.41	0.00	0.00	74.07	MAX
24	-282.93	-264.76	0.00	0.00	-37.23	MIN
20	63.61	212.02	40.95	0.00	-54.32	MAX
8	63.61	212.02	-40.95	0.00	-54.32	MIN
22	3.19	-41.71	-3.17	266.65	-41.39	MAX
25	3.19	-41.71	3.17	-266.65	-41.39	MIN
16	8.14	250.65	0.00	0.00	253.88	MAX
44	-49.11	77.21	0.00	0.00	-328.84	MIN

Combinazione n° 4 - SLEF

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	83.52	278.41	0.00	71.43	74.07	MAX
24	-282.93	-264.76	0.00	0.00	-37.23	MIN
10	83.52	278.41	0.00	0.00	198.52	MAX
24	-282.93	-264.76	0.00	0.00	-37.23	MIN
20	63.61	212.02	40.95	0.00	-33.26	MAX
8	-37.85	-51.78	-40.95	0.00	-54.32	MIN
22	3.19	-41.71	-3.17	266.65	-41.39	MAX
25	3.19	-41.71	3.17	-266.65	-41.39	MIN
16	8.14	250.65	0.00	0.00	253.88	MAX
44	-49.11	77.21	0.00	0.00	-328.84	MIN

Combinazione n° 5 - SLEQ

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
10	83.52	278.41	0.00	71.43	74.07	MAX
24	-282.93	-264.76	0.00	0.00	-37.23	MIN
10	83.52	278.41	0.00	0.00	198.52	MAX
24	-282.93	-264.76	0.00	0.00	-37.23	MIN
20	63.61	212.02	40.95	0.00	-33.26	MAX
8	-37.85	-51.78	-40.95	0.00	-54.32	MIN
22	3.19	-41.71	-3.17	266.65	-41.39	MAX
25	3.19	-41.71	3.17	-266.65	-41.39	MIN
16	8.14	250.65	0.00	0.00	253.88	MAX
44	-49.11	77.21	0.00	0.00	-328.84	MIN

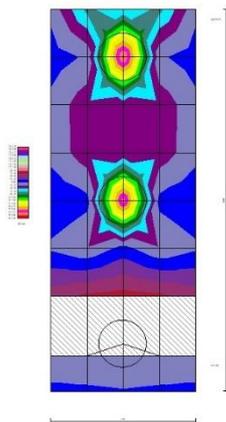


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti M_{xMAX} (Combinazione n° 3)

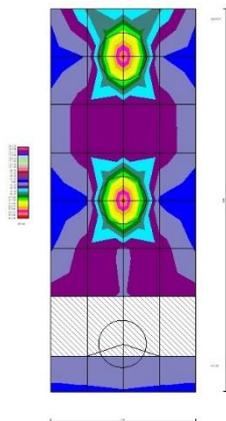


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti M_{xMIN} (Combinazione n° 1)

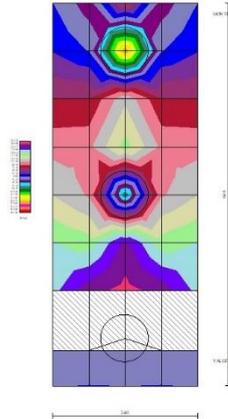


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momenti M_{yMAX} (Combinazione n° 3)

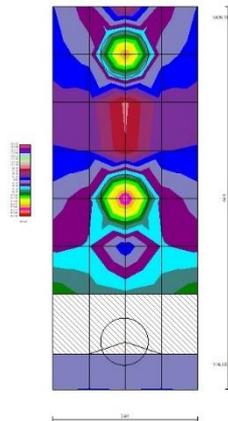


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momenti M_{yMIN} (Combinazione n° 1)

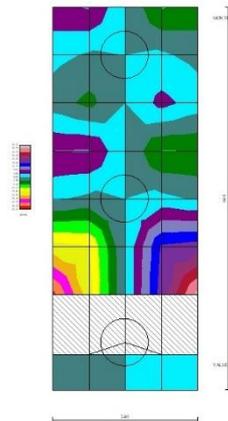


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momento M_{xy} (Combinazione n° 3)

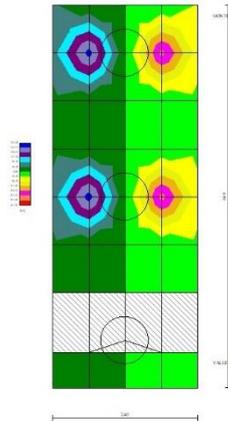


Fig. 13 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

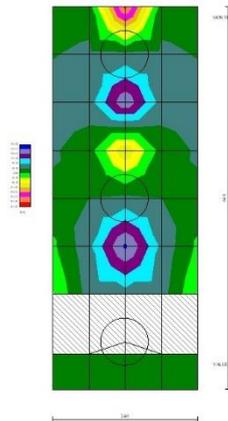


Fig. 14 - Piastra fondazione - Taglio Ty_{MAX} (Combinazione n° 3)

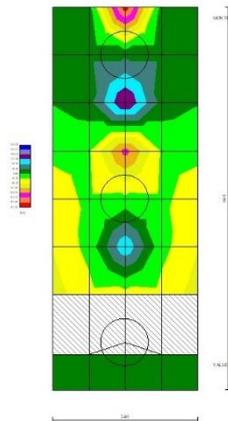


Fig. 15 - Piastra fondazione - Taglio Ty_{MIN} (Combinazione n° 1)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	319.37	23.33	293.26	126.48	4.80	-4.22
	Peso/Inerzia muro			0.00	294.52/0.00	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	740.16/0.00	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5381.68			

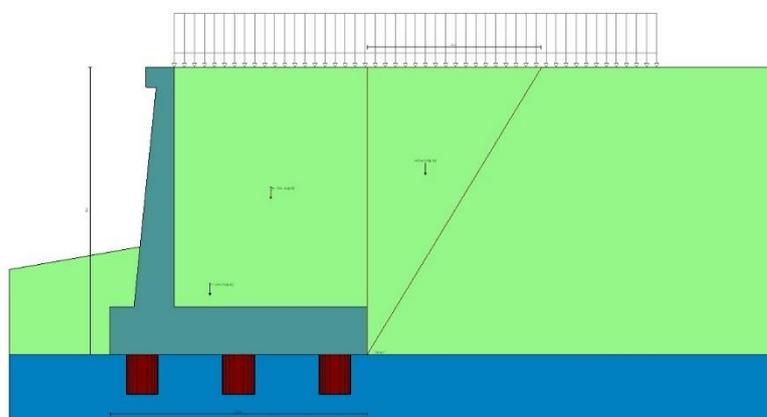


Fig. 19 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

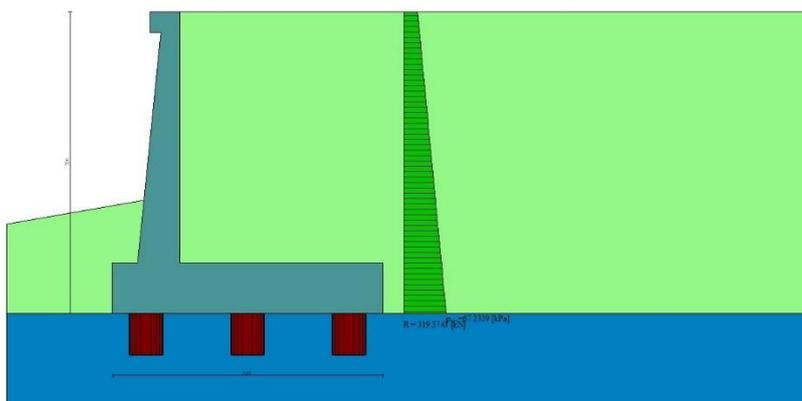


Fig. 20 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1161.16	293.26	874.26	4501.29	0.076
2 - GEO (A2-M2-R2)	1109.02	284.45	843.90	4224.77	0.151
3 - SLER	1085.80	223.15	663.74	4127.36	0.010
4 - SLEF	1058.32	215.07	634.65	4009.09	0.011
5 - SLEQ	975.86	190.83	547.39	3654.28	0.016

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	885.24	0.00	-234.59
	2	928.93	0.00	-234.59
	3	972.62	0.00	-234.59

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		18.351					
2 - GEO (A2-M2-R2)					3.425		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	14.96	3.425

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

M _x , M _y	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M _{xy}	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T _x , T _y	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0.00	3.07	3.07	0.00	0.00	0.38	0.38
2	-0.10	4.45	4.84	0.90	1.80	0.31	0.35

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
3	-0.20	5.87	6.66	1.85	3.66	0.39	0.40
4	-0.30	7.34	8.52	2.84	5.58	0.51	0.67
5	-0.40	8.86	10.44	3.88	7.56	0.73	1.11
6	-0.50	10.42	12.41	4.96	9.59	1.03	1.73
7	-0.60	12.02	14.43	6.09	11.68	1.43	2.53
8	-0.70	13.66	16.50	7.26	13.83	1.93	3.53
9	-0.80	15.35	18.61	8.48	16.04	2.54	4.73
10	-0.90	17.08	20.78	9.74	18.31	3.25	6.12
11	-1.00	18.86	23.00	11.05	20.64	4.08	7.73
12	-1.10	20.68	25.26	12.40	23.02	5.02	9.54
13	-1.20	22.55	27.58	13.79	25.46	6.08	11.58
14	-1.30	24.45	29.94	15.24	27.96	7.27	13.84
15	-1.40	26.41	32.36	16.72	30.52	8.58	16.33
16	-1.50	28.40	34.82	18.25	33.14	10.03	19.05
17	-1.60	30.44	37.34	19.83	35.82	11.61	22.01
18	-1.70	32.52	39.90	21.45	38.55	13.34	25.22
19	-1.80	34.65	42.51	23.12	41.34	15.21	28.68
20	-1.90	36.82	45.18	24.83	44.20	17.22	32.39
21	-2.00	39.04	47.89	26.58	47.11	19.39	36.37
22	-2.10	41.30	50.65	28.38	50.07	21.72	40.61
23	-2.20	43.60	53.46	30.23	53.10	24.21	45.12
24	-2.30	45.95	56.33	32.12	56.18	26.87	49.91
25	-2.40	48.34	59.24	34.05	59.33	29.69	54.98
26	-2.50	50.77	62.20	36.03	62.53	32.69	60.34
27	-2.60	53.25	65.21	38.06	65.79	35.86	65.99
28	-2.70	55.77	68.27	40.13	69.10	39.21	71.95
29	-2.80	58.33	71.38	42.24	72.48	42.76	78.20
30	-2.90	60.94	74.54	44.40	75.92	46.49	84.76
31	-3.00	63.60	77.75	46.60	79.41	50.41	91.64
32	-3.10	66.29	81.01	48.85	82.96	54.53	98.84
33	-3.20	69.04	84.31	51.15	86.57	58.86	106.36
34	-3.30	71.82	87.67	53.48	90.24	63.39	114.22
35	-3.40	74.65	91.08	55.87	93.96	68.13	122.40
36	-3.50	77.52	94.54	58.30	97.75	73.08	130.93
37	-3.60	80.44	98.04	60.77	101.59	78.25	139.81
38	-3.70	83.40	101.60	63.29	105.49	83.64	149.04
39	-3.80	86.40	105.21	65.85	109.45	89.27	158.62
40	-3.90	89.45	108.86	68.46	113.47	95.12	168.57
41	-4.00	92.54	112.57	71.11	117.55	101.20	178.89
42	-4.10	95.68	116.32	73.81	121.68	107.52	189.57
43	-4.20	98.86	120.13	76.55	125.88	114.09	200.64
44	-4.30	102.08	123.98	79.34	130.13	120.90	212.09
45	-4.40	105.34	127.89	82.17	134.44	127.97	223.93
46	-4.50	108.66	131.84	85.05	138.81	135.29	236.16
47	-4.60	112.01	135.84	87.97	143.23	142.86	248.80
48	-4.70	115.41	139.89	90.94	147.72	150.70	261.83
49	-4.80	118.85	144.00	93.95	152.26	158.81	275.28
50	-4.90	122.34	148.15	97.01	156.86	167.19	289.15
51	-5.00	125.87	152.35	100.11	161.52	175.84	303.43
52	-5.10	129.44	156.60	103.26	166.24	184.78	318.15
53	-5.20	133.06	160.90	106.45	171.02	193.99	333.29
54	-5.30	136.72	165.25	109.69	175.85	203.50	348.87
55	-5.40	140.42	169.65	112.97	180.74	213.29	364.89
56	-5.50	144.17	174.10	116.30	185.70	223.38	381.37
57	-5.60	147.97	178.60	119.67	190.71	233.77	398.29
58	-5.70	151.80	183.15	123.08	195.78	244.47	415.67
59	-5.80	155.68	187.75	126.54	200.90	255.47	433.52
60	-5.90	159.61	192.40	130.05	206.09	266.78	451.83
61	-6.00	163.58	197.10	133.60	211.33	278.41	470.62

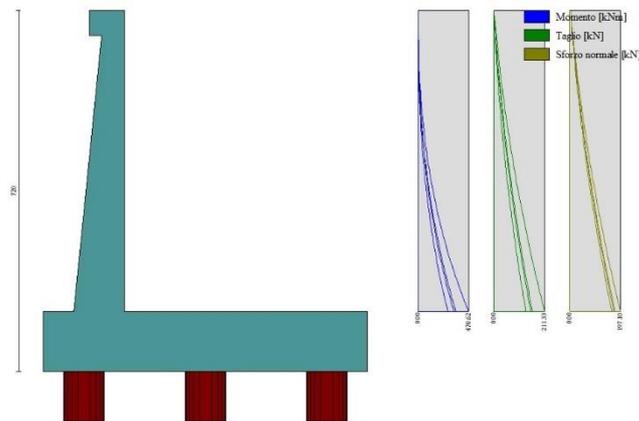


Fig. 21 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.02	0.04	0.04
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.04	0.17	0.17
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.07	0.38	0.38



Fig. 22 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _{xy} [kNm]	T _x [kN]	T _y [kN]	
10	83.52 (3)	278.41 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	74.07 (3)	MAX
24	-282.93 (1)	-264.76 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	-37.23 (1)	MIN
10	83.52 (3)	278.41 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	74.07 (3)	MAX
24	-282.93 (1)	-264.76 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	-37.23 (1)	MIN
20	63.61 (3)	212.02 (3)	40.95 (3)	0.00 (3)	-54.32 (3)	MAX
8	63.61 (3)	212.02 (3)	-40.95 (3)	0.00 (3)	-54.32 (3)	MIN
22	3.19 (1)	-41.71 (1)	-3.17 (1)	266.65 (1)	-41.39 (1)	MAX
25	3.19 (1)	-41.71 (1)	3.17 (1)	-266.65 (1)	-41.39 (1)	MIN
16	8.14 (3)	250.65 (3)	0.00 (3)	0.00 (3)	253.88 (3)	MAX
44	-49.11 (1)	77.21 (1)	0.00 (1)	0.00 (1)	-328.84 (1)	MIN

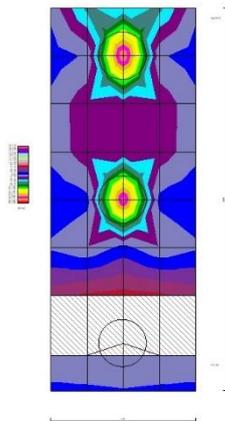


Fig. 23 - Piastra fondazione - Momento M_xMAX (Combinazione n° 3)

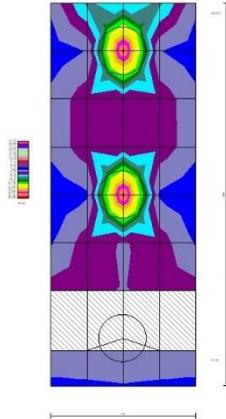


Fig. 24 - Piastra fondazione - Momento M_{xMIN} (Combinazione n° 1)

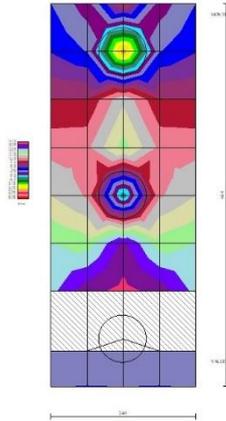


Fig. 25 - Piastra fondazione - Momento M_{yMAX} (Combinazione n° 3)

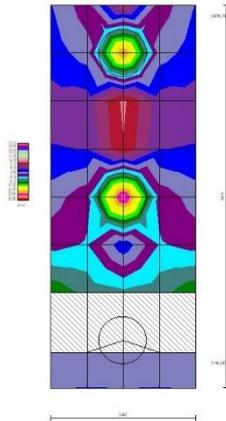


Fig. 26 - Piastra fondazione - Momento M_{yMIN} (Combinazione n° 1)

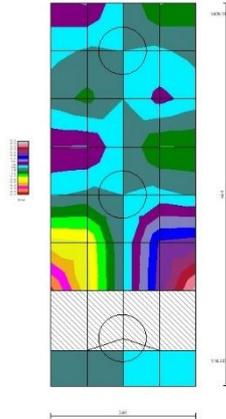


Fig. 27 - Piastra fondazione - Momento M_{xy} (Combinazione n° 3)

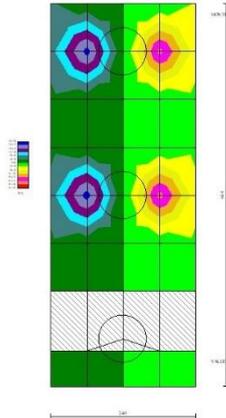


Fig. 28 - Piastra fondazione - Taglio T_x (Combinazione n° 1)

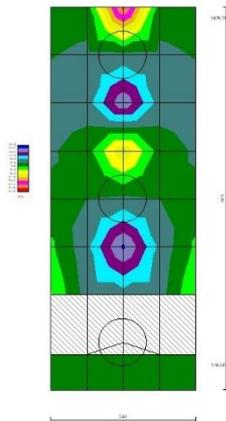


Fig. 29 - Piastra fondazione - Taglio T_{yMAX} (Combinazione n° 3)

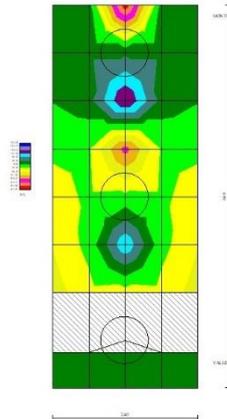


Fig. 30 - Piastra fondazione - Taglio T_{yMIN} (Combinazione n° 1)

10.6.2 Condizione sismica

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesato/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R_{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk} [kPa]	f_{uk} [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

Tipologie pali

Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 2.40 [m]

Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	6.00	[m]
Altezza paramento libero	5.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.00	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]

Fondazione

Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	4.80	[m]
Lunghezza totale	6.40	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.20	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

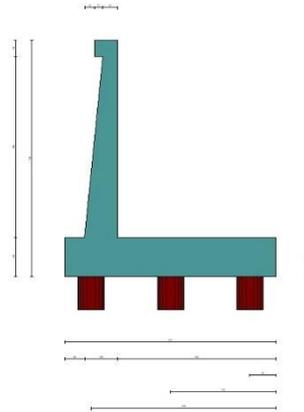


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione pali di fondazione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
α	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	D800	0.80	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati
2	D800	3.20	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati
3	D800	5.60	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati

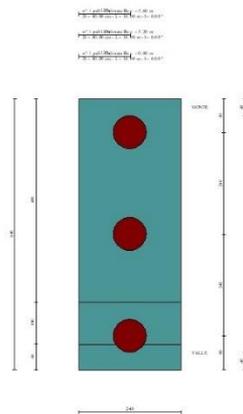


Fig. 2 - Pianta pali

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]

Ca Adesione terra-muro espressa in [kPa]
 Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix
 Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
 τl Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ _{sat} [kN/mc]	φ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τl [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	unità AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	unità GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato
 H Spessore dello strato espresso in [m]
 α Inclinazione espressa in [°]
 Terreno Terreno dello strato
 Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm²/cm
 Per calcolo pali (solo se presenti)
 Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
 Ks Coefficiente di spinta
 Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')
 Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	7.20	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	20.00	0.000	unità GS-ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	---	---

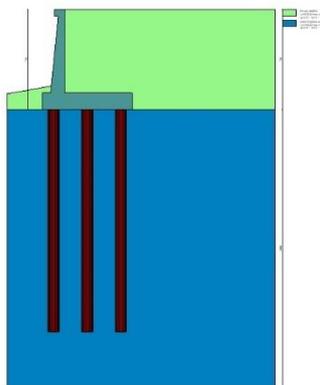


Fig. 3 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
 Momento positivo senso antiorario.
 X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
 F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
 F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
 M Momento espresso in [kNm]
 X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
 X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
 Q_i Intensità del carico per x=X_i espressa in [kN]
 Q_f Intensità del carico per x=X_f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (traffico veicolare) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	γ_s	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	γ_t	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	γ_{st}	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	γ_t	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$ $\zeta_4=1.70$

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.242518
Longitudine	12.826850
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741
Vita nominale	50 anni

Classe d'uso IV
 Tipo costruzione Normali affollamenti
 Vita di riferimento 100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.968	0.896
Accelerazione al suolo	\ddot{a}_g/g	[%]	0.201	0.091
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.477	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.334	0.295
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	1.000	24.074	12.037
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.074	12.037
Esercizio	1.000	10.957	5.479

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta Culmann
 Tipo di spinta Spinta attiva
 Terreno a bassa permeabilità NO
 Superficie di spinta limitata NO

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante 0.00
 Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione 50.00
 Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni SI
 Considera terreno sulla fondazione di valle NO
 Considera spinta e peso acqua fondazione di valle NO

Spostamenti

Modello a blocchi
 Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti
 Spostamento limite 20.00 [cm]

Opzioni calcolo pali

Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta Berezantzev ridotto
 Metodo di calcolo della portanza alla laterale Integrazione delle tensioni tangenziali ($k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$)
 Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infisso/trivellato) Attiva
 Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta σ_v con la profondità Pressione geostatica
 Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale Pressione geostatica

Portanza trasversale

Costante di Winkler: costante pari a 100.00 [Kg/cm²/cm] Criterio rottura palo-terreno
 - Spostamento limite Non attivo
 - Pressione limite Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
 - Palo infinitamente elastico Attivo

Cedimenti

Metodo di calcolo Metodo agli elementi finiti
 Spostamento limite alla punta 1.00 [cm]
 Spostamento limite laterale 0.50 [cm]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	135.15	23.33	124.10	53.52	4.80	-4.72
	Incremento di spinta sismica		111.21	102.12	44.04	4.80	-3.60
	Peso/Inerzia muro			70.90	294.52/35.45	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			144.22	599.04/72.11	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5381.61			
2	Spinta statica	135.15	23.33	124.10	53.52	4.80	-4.72
	Incremento di spinta sismica		86.33	79.27	34.19	4.80	-3.60
	Peso/Inerzia muro			70.90	294.52/-35.45	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			144.22	599.04/-72.11	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5381.69			

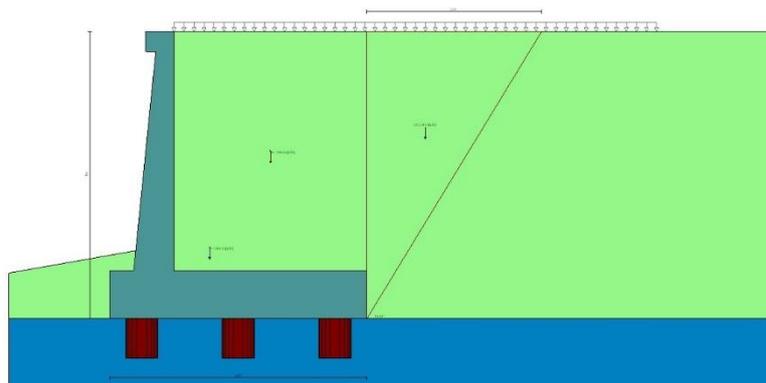


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

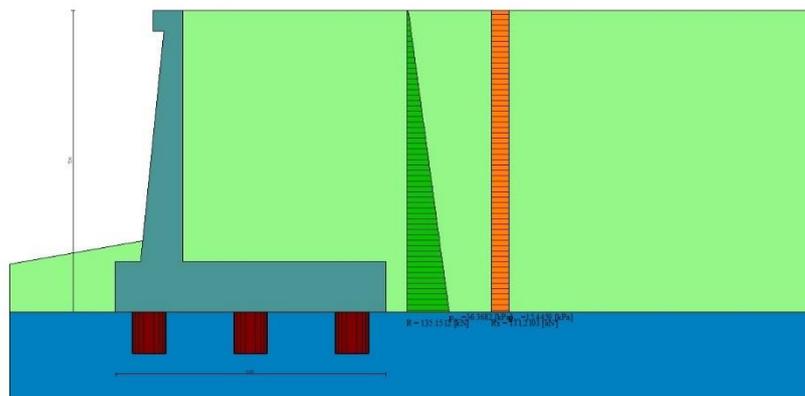


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

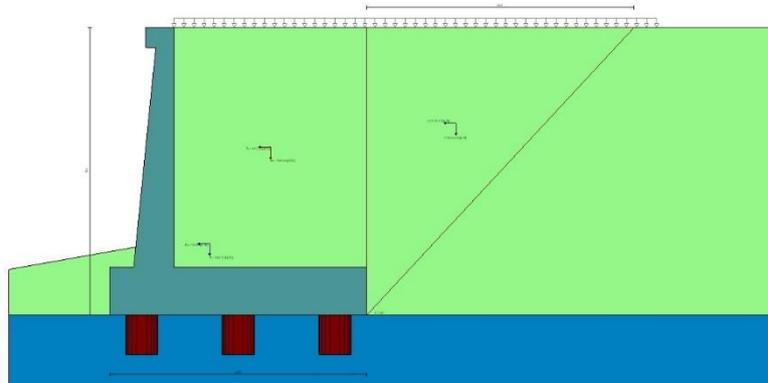


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

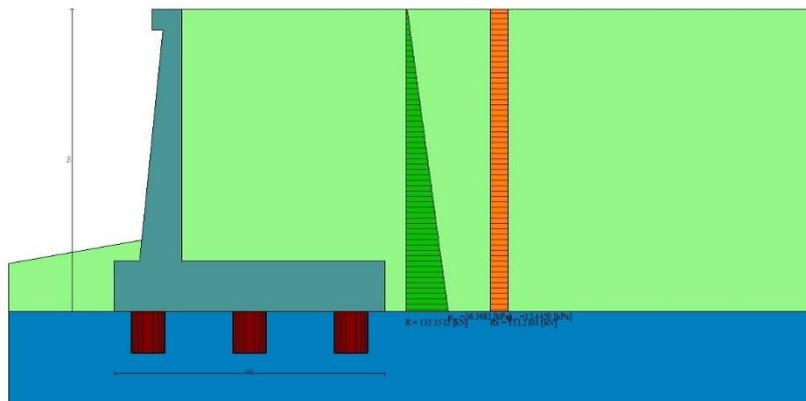


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1098.68	441.34	1406.76	4128.42	0.722
2 - STR (A1-M1-R3)	873.71	418.49	1700.99	3688.89	0.924
3 - GEO (A2-M2-R2)	1098.68	441.34	1406.76	4128.42	0.722
4 - GEO (A2-M2-R2)	873.71	418.49	1700.99	3688.89	0.924

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	482.50	0.00	-353.06
	2	878.95	0.00	-353.06
	3	1275.39	0.00	-353.06

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
2 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	295.47	0.00	-334.79
	2	698.97	0.00	-334.79
	3	1102.47	0.00	-334.79

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	12.194					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	12.860					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.546		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.550		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	14.96	2.546
4 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-4.50; 4.50	21.46	2.550

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

M _x , M _y	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M _{xy}	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T _x , T _y	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	3.43	0.00	0.43
2	-0.10	5.12	1.57	0.39
3	-0.20	6.85	3.18	0.49
4	-0.30	8.63	4.85	0.74
5	-0.40	10.46	6.57	1.14
6	-0.50	12.33	8.34	1.70
7	-0.60	14.25	10.16	2.43
8	-0.70	16.21	12.03	3.32
9	-0.80	18.22	13.95	4.38
10	-0.90	20.28	15.92	5.62
11	-1.00	22.39	17.95	7.04
12	-1.10	24.54	20.02	8.64
13	-1.20	26.74	22.14	10.43
14	-1.30	28.99	24.32	12.42
15	-1.40	31.28	26.55	14.61
16	-1.50	33.62	28.82	17.01

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
17	-1.60	36.00	31.15	19.61
18	-1.70	38.44	33.53	22.43
19	-1.80	40.92	35.96	25.46
20	-1.90	43.44	38.44	28.72
21	-2.00	46.02	40.97	32.20
22	-2.10	48.64	43.55	35.92
23	-2.20	51.30	46.18	39.87
24	-2.30	54.02	48.86	44.06
25	-2.40	56.78	51.60	48.51
26	-2.50	59.59	54.38	53.20
27	-2.60	62.44	57.22	58.14
28	-2.70	65.34	60.10	63.35
29	-2.80	68.29	63.04	68.82
30	-2.90	71.28	66.03	74.56
31	-3.00	74.32	69.07	80.58
32	-3.10	77.41	72.16	86.87
33	-3.20	80.55	75.30	93.45
34	-3.30	83.73	78.49	100.31
35	-3.40	86.96	81.73	107.47
36	-3.50	90.23	85.02	114.92
37	-3.60	93.55	88.36	122.68
38	-3.70	96.92	91.76	130.74
39	-3.80	100.34	95.20	139.11
40	-3.90	103.80	98.70	147.80
41	-4.00	107.31	102.24	156.81
42	-4.10	110.86	105.84	166.15
43	-4.20	114.47	109.49	175.81
44	-4.30	118.12	113.19	185.81
45	-4.40	121.81	116.94	196.15
46	-4.50	125.55	120.74	206.83
47	-4.60	129.34	124.59	217.86
48	-4.70	133.18	128.49	229.25
49	-4.80	137.06	132.44	240.99
50	-4.90	140.99	136.44	253.09
51	-5.00	144.97	140.50	265.56
52	-5.10	148.99	144.60	278.40
53	-5.20	153.06	148.76	291.62
54	-5.30	157.18	152.97	305.22
55	-5.40	161.35	157.22	319.21
56	-5.50	165.56	161.53	333.58
57	-5.60	169.81	165.89	348.35
58	-5.70	174.12	170.30	363.52
59	-5.80	178.47	174.76	379.09
60	-5.90	182.87	179.27	395.08
61	-6.00	187.31	183.83	411.47

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	0.00	0.38
2	-0.10	4.40	1.30	0.35
3	-0.20	5.77	2.66	0.44
4	-0.30	7.19	4.06	0.65
5	-0.40	8.64	5.52	0.99
6	-0.50	10.14	7.02	1.47
7	-0.60	11.67	8.58	2.08
8	-0.70	13.25	10.19	2.84
9	-0.80	14.87	11.85	3.75
10	-0.90	16.53	13.55	4.81
11	-1.00	18.23	15.31	6.02
12	-1.10	19.97	17.12	7.40
13	-1.20	21.75	18.99	8.94
14	-1.30	23.57	20.90	10.65
15	-1.40	25.44	22.86	12.55
16	-1.50	27.34	24.87	14.62
17	-1.60	29.29	26.94	16.87
18	-1.70	31.27	29.05	19.32
19	-1.80	33.30	31.22	21.96
20	-1.90	35.37	33.44	24.80
21	-2.00	37.48	35.70	27.84
22	-2.10	39.63	38.02	31.10
23	-2.20	41.82	40.39	34.56
24	-2.30	44.05	42.81	38.25
25	-2.40	46.32	45.28	42.16
26	-2.50	48.63	47.80	46.29
27	-2.60	50.99	50.37	50.66
28	-2.70	53.38	53.00	55.26
29	-2.80	55.82	55.67	60.10
30	-2.90	58.30	58.39	65.20
31	-3.00	60.81	61.17	70.54
32	-3.10	63.37	64.00	76.13
33	-3.20	65.97	66.87	81.99
34	-3.30	68.61	69.80	88.11
35	-3.40	71.29	72.78	94.50
36	-3.50	74.02	75.81	101.17
37	-3.60	76.78	78.89	108.12
38	-3.70	79.58	82.02	115.34

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
39	-3.80	82.43	85.20	122.86
40	-3.90	85.31	88.43	130.67
41	-4.00	88.24	91.71	138.78
42	-4.10	91.21	95.05	147.19
43	-4.20	94.22	98.43	155.90
44	-4.30	97.27	101.87	164.93
45	-4.40	100.36	105.35	174.27
46	-4.50	103.49	108.89	183.94
47	-4.60	106.66	112.48	193.93
48	-4.70	109.87	116.12	204.25
49	-4.80	113.13	119.81	214.91
50	-4.90	116.42	123.55	225.90
51	-5.00	119.76	127.34	237.24
52	-5.10	123.13	131.18	248.93
53	-5.20	126.55	135.07	260.98
54	-5.30	130.01	139.01	273.38
55	-5.40	133.51	143.01	286.14
56	-5.50	137.05	147.05	299.28
57	-5.60	140.63	151.15	312.78
58	-5.70	144.25	155.29	326.66
59	-5.80	147.91	159.49	340.93
60	-5.90	151.61	163.74	355.58
61	-6.00	155.36	168.04	370.62

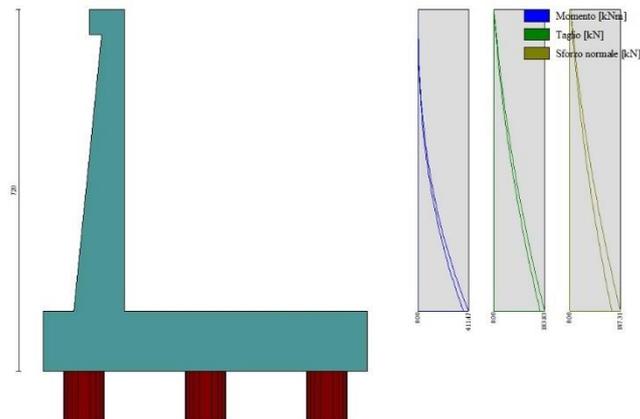


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Mensola valle

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.14	0.05
3	-0.53	0.00	2.29	0.19
4	-0.45	0.00	3.43	0.43

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 9 - Mensola valle (Inviluppo)

Piastra fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.54	-0.11	-0.17	0.33	8.51
2	0.34	0.14	-0.03	0.23	8.93
3	-1.59	-5.32	-0.06	0.00	8.93
4	-1.62	-5.41	-0.25	0.00	8.51
5	0.13	0.03	0.00	0.00	8.88
6	-1.60	-5.34	0.00	0.00	8.88
7	-117.93	-393.10	5.86	0.00	-112.62
8	-118.51	-395.04	29.36	0.00	-76.44
9	-118.51	-395.04	29.36	0.00	-76.44
10	-118.33	-394.43	0.00	0.00	-133.89
11	0.34	0.14	0.03	-0.23	8.93
12	-1.59	-5.32	0.06	0.00	8.93
13	-117.93	-393.10	-5.86	0.00	-112.62
14	-51.02	-309.56	-7.48	27.10	-86.20
15	6.72	-304.01	-0.40	60.22	-91.09
16	-51.34	-244.29	0.00	0.00	67.41
17	-51.02	-309.56	7.48	-27.10	-86.20
18	0.54	-0.11	0.17	-0.33	8.51
19	-1.62	-5.41	0.25	0.00	8.51
20	-118.51	-395.04	-29.36	0.00	-76.44
21	6.72	-304.01	0.40	-60.22	-91.09
22	-3.12	-262.86	-3.13	257.58	-104.05
23	13.26	-235.06	-8.43	72.26	-129.20
24	-275.91	-470.85	0.00	0.00	-103.93
25	-3.12	-262.86	3.13	-257.58	-104.05
26	13.26	-235.06	8.43	-72.26	-129.20
27	-38.41	-140.20	5.71	7.72	-126.99
28	-4.96	-137.11	-0.54	32.36	-140.01
29	-23.67	-72.37	0.00	0.00	-285.18
30	-38.41	-140.20	-5.71	-7.72	-126.99
31	-4.96	-137.11	0.54	-32.36	-140.01
32	-20.93	-44.48	-6.51	4.73	-62.34
33	-5.96	-50.09	-8.89	15.63	-96.95
34	-14.64	-7.63	0.00	0.00	36.08
35	-20.93	-44.48	6.51	-4.73	-62.34
36	-5.96	-50.09	8.89	-15.63	-96.95
37	2.73	-23.39	-2.71	141.76	-15.36
38	9.57	-8.70	-3.55	39.11	-47.37
39	-147.90	-143.77	0.00	0.00	-15.31
40	2.73	-23.39	2.71	-141.76	-15.36
41	9.57	-8.70	3.55	-39.11	-47.37
42	-40.12	-23.25	4.76	-2.01	-11.69
43	-2.54	1.92	2.31	25.51	-28.20
44	-21.03	40.29	0.00	0.00	-196.56
45	-40.12	-23.25	-4.76	2.01	-11.69
46	-2.54	1.92	-2.31	-25.51	-28.20

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.54	-0.11	-0.17	0.33	8.51
2	0.34	0.14	-0.03	0.23	8.93
3	-1.59	-5.32	-0.06	0.00	8.93
4	-1.62	-5.41	-0.25	0.00	8.51

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
5	0.13	0.03	0.00	0.00	8.88
6	-1.60	-5.34	0.00	0.00	8.88
7	-117.93	-393.10	24.57	0.00	-112.62
8	-118.51	-395.04	74.98	0.00	-76.44
9	-118.51	-395.04	74.98	0.00	-76.44
10	-118.33	-394.43	0.00	0.00	-133.89
11	0.34	0.14	0.03	-0.23	8.93
12	-1.59	-5.32	0.06	0.00	8.93
13	-117.93	-393.10	-5.86	0.00	-112.62
14	-51.02	-309.56	2.72	50.48	-86.20
15	16.09	-304.01	13.98	87.04	-91.09
16	-51.34	-244.29	0.00	0.00	67.41
17	-51.02	-309.56	7.48	-27.10	-86.20
18	0.54	-0.11	0.17	-0.33	8.51
19	-1.62	-5.41	0.25	0.00	8.51
20	-118.51	-395.04	-29.36	0.00	-76.44
21	16.09	-304.01	0.40	-60.22	-91.09
22	-3.12	-262.86	-3.13	257.58	-104.05
23	13.26	-235.06	-8.43	72.26	-129.20
24	-226.17	-470.85	0.00	0.00	-103.93
25	-3.12	-262.86	4.91	-210.49	-104.05
26	13.26	-235.06	15.55	-61.68	-129.20
27	-28.90	-140.20	5.71	7.72	-126.99
28	-2.21	-137.11	-0.54	32.36	-140.01
29	-16.39	-72.37	0.00	0.00	-285.18
30	-28.90	-140.20	0.00	-5.15	-126.99
31	-2.21	-137.11	9.06	-25.20	-140.01
32	-9.38	-44.48	-6.51	4.73	-62.34
33	-3.62	-50.09	-8.89	15.63	-96.95
34	-4.52	-7.63	0.00	0.00	36.08
35	-9.38	-44.48	7.84	-0.50	-62.34
36	-3.62	-50.09	13.22	-5.87	-96.95
37	6.71	-23.39	-2.71	141.76	-15.36
38	9.57	-8.70	-3.55	39.11	-47.37
39	-83.33	-108.86	0.00	0.00	-15.31
40	6.71	-23.39	3.97	-83.67	-15.36
41	9.57	-8.70	6.42	-20.34	-47.37
42	-19.93	-15.74	4.76	-2.01	-11.69
43	-0.03	3.06	2.31	25.51	-28.20
44	-5.49	40.29	0.00	0.00	-140.29
45	-19.93	-15.74	-2.02	6.18	-11.69
46	-0.03	3.06	0.60	-9.65	-28.20

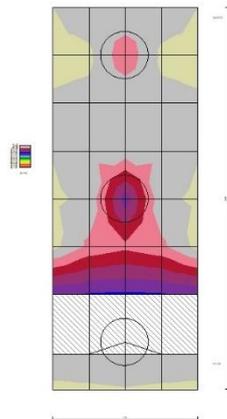


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momenti M_{xMAX} (Combinazione n° 2)

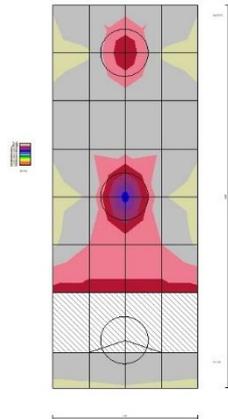


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momenti M_{xMIN} (Combinazione n° 1)

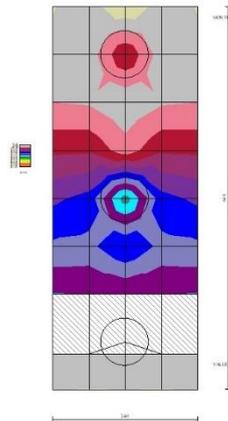


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momenti M_{yMAX} (Combinazione n° 1)

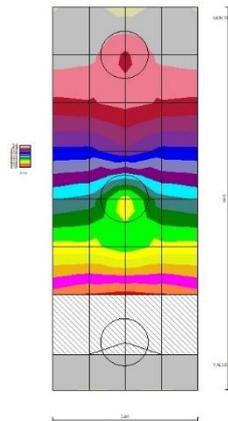


Fig. 13 - Piastra fondazione - Momenti M_{yMIN} (Combinazione n° 2)

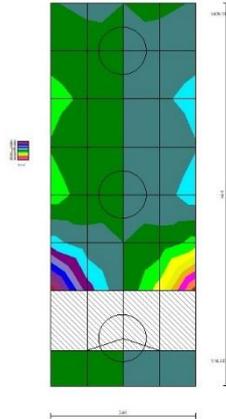


Fig. 14 - Piastra fondazione - Momento M_{xy} (Combinazione n° 2)

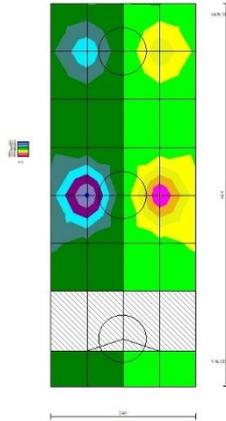


Fig. 15 - Piastra fondazione - Taglio T_x (Combinazione n° 1)

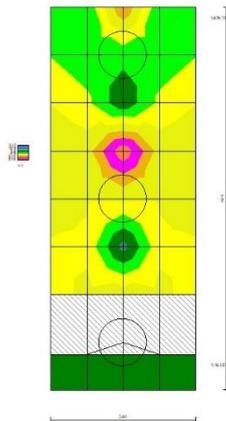


Fig. 16 - Piastra fondazione - Taglio T_{yMAX} (Combinazione n° 1)

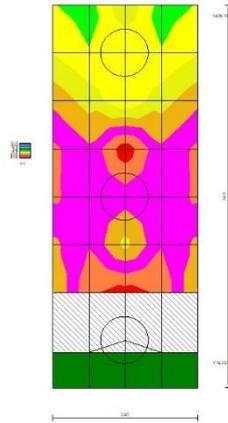


Fig. 17 - Piastra fondazione - Taglio T_{yMIN} (Combinazione n° 2)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	135.15	23.33	124.10	53.52	4.80	-4.72
	Incremento di spinta sismica		111.21	102.12	44.04	4.80	-3.60
	Peso/Inerzia muro			70.90	294.52/35.45	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			144.22	599.04/72.11	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5381.61			
1	Spinta statica	135.15	23.33	124.10	53.52	4.80	-4.72
	Incremento di spinta sismica		111.21	102.12	44.04	4.80	-3.60
	Peso/Inerzia muro			70.90	294.52/35.45	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			144.22	599.04/72.11	2.40	-3.00
	Resistenza pali			-5381.61			

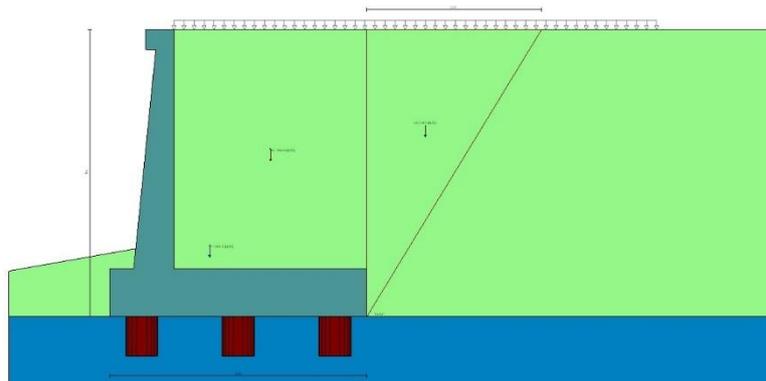


Fig. 21 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

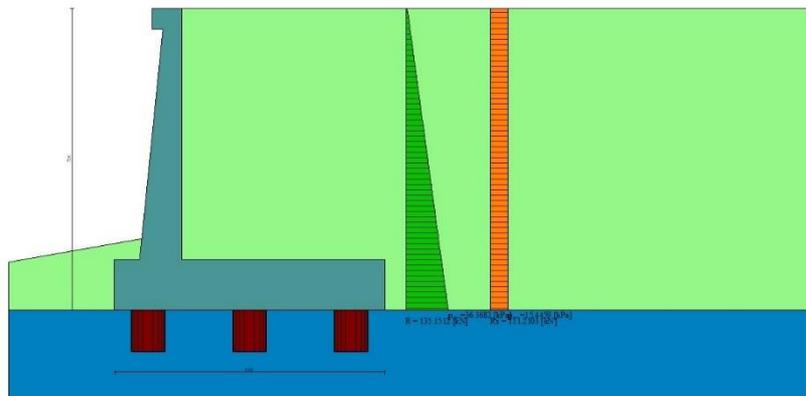


Fig. 22 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

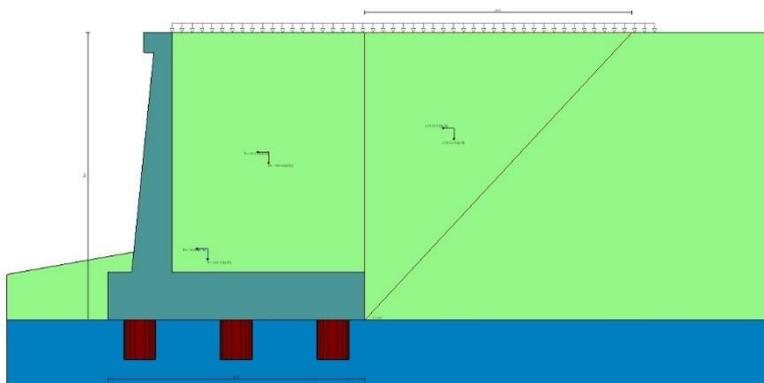


Fig. 23 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

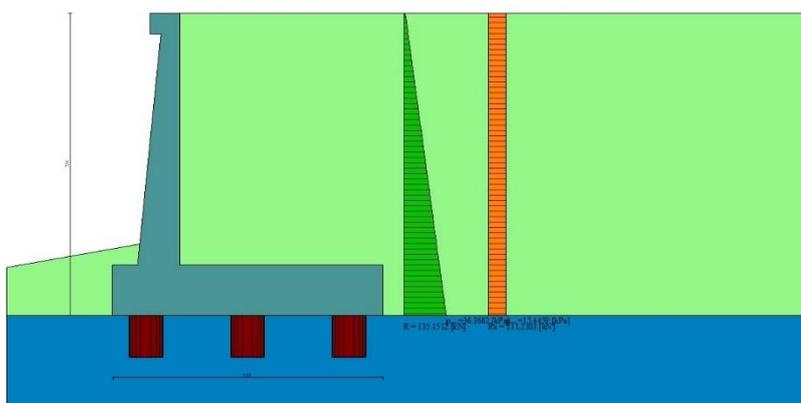


Fig. 24 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	1098.68	441.34	1406.76	4128.42	0.722
2 - STR (A1-M1-R3)	873.71	418.49	1700.99	3688.89	0.924
3 - GEO (A2-M2-R2)	1098.68	441.34	1406.76	4128.42	0.722
4 - GEO (A2-M2-R2)	873.71	418.49	1700.99	3688.89	0.924

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	482.50	0.00	-353.06
	2	878.95	0.00	-353.06
	3	1275.39	0.00	-353.06

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	482.50	0.00	-353.06
	2	878.95	0.00	-353.06
	3	1275.39	0.00	-353.06

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	12.194					
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	12.860					
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.546		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.550		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
3 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-4.50; 4.50	14.96	2.546

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

M _x , M _y	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M _{xy}	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T _x , T _y	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	3.07	3.43	0.00	0.00	0.38	0.43
2	-0.10	4.40	5.12	1.30	1.57	0.35	0.39
3	-0.20	5.77	6.85	2.66	3.18	0.44	0.49
4	-0.30	7.19	8.63	4.06	4.85	0.65	0.74
5	-0.40	8.64	10.46	5.52	6.57	0.99	1.14
6	-0.50	10.14	12.33	7.02	8.34	1.47	1.70
7	-0.60	11.67	14.25	8.58	10.16	2.08	2.43
8	-0.70	13.25	16.21	10.19	12.03	2.84	3.32
9	-0.80	14.87	18.22	11.85	13.95	3.75	4.38
10	-0.90	16.53	20.28	13.55	15.92	4.81	5.62
11	-1.00	18.23	22.39	15.31	17.95	6.02	7.04
12	-1.10	19.97	24.54	17.12	20.02	7.40	8.64
13	-1.20	21.75	26.74	18.99	22.14	8.94	10.43
14	-1.30	23.57	28.99	20.90	24.32	10.65	12.42
15	-1.40	25.44	31.28	22.86	26.55	12.55	14.61
16	-1.50	27.34	33.62	24.87	28.82	14.62	17.01
17	-1.60	29.29	36.00	26.94	31.15	16.87	19.61
18	-1.70	31.27	38.44	29.05	33.53	19.32	22.43
19	-1.80	33.30	40.92	31.22	35.96	21.96	25.46

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
20	-1.90	35.37	43.44	33.44	38.44	24.80	28.72
21	-2.00	37.48	46.02	35.70	40.97	27.84	32.20
22	-2.10	39.63	48.64	38.02	43.55	31.10	35.92
23	-2.20	41.82	51.30	40.39	46.18	34.56	39.87
24	-2.30	44.05	54.02	42.81	48.86	38.25	44.06
25	-2.40	46.32	56.78	45.28	51.60	42.16	48.51
26	-2.50	48.63	59.59	47.80	54.38	46.29	53.20
27	-2.60	50.99	62.44	50.37	57.22	50.66	58.14
28	-2.70	53.38	65.34	53.00	60.10	55.26	63.35
29	-2.80	55.82	68.29	55.67	63.04	60.10	68.82
30	-2.90	58.30	71.28	58.39	66.03	65.20	74.56
31	-3.00	60.81	74.32	61.17	69.07	70.54	80.58
32	-3.10	63.37	77.41	64.00	72.16	76.13	86.87
33	-3.20	65.97	80.55	66.87	75.30	81.99	93.45
34	-3.30	68.61	83.73	69.80	78.49	88.11	100.31
35	-3.40	71.29	86.96	72.78	81.73	94.50	107.47
36	-3.50	74.02	90.23	75.81	85.02	101.17	114.92
37	-3.60	76.78	93.55	78.89	88.36	108.12	122.68
38	-3.70	79.58	96.92	82.02	91.76	115.34	130.74
39	-3.80	82.43	100.34	85.20	95.20	122.86	139.11
40	-3.90	85.31	103.80	88.43	98.70	130.67	147.80
41	-4.00	88.24	107.31	91.71	102.24	138.78	156.81
42	-4.10	91.21	110.86	95.05	105.84	147.19	166.15
43	-4.20	94.22	114.47	98.43	109.49	155.90	175.81
44	-4.30	97.27	118.12	101.87	113.19	164.93	185.81
45	-4.40	100.36	121.81	105.35	116.94	174.27	196.15
46	-4.50	103.49	125.55	108.89	120.74	183.94	206.83
47	-4.60	106.66	129.34	112.48	124.59	193.93	217.86
48	-4.70	109.87	133.18	116.12	128.49	204.25	229.25
49	-4.80	113.13	137.06	119.81	132.44	214.91	240.99
50	-4.90	116.42	140.99	123.55	136.44	225.90	253.09
51	-5.00	119.76	144.97	127.34	140.50	237.24	265.56
52	-5.10	123.13	148.99	131.18	144.60	248.93	278.40
53	-5.20	126.55	153.06	135.07	148.76	260.98	291.62
54	-5.30	130.01	157.18	139.01	152.97	273.38	305.22
55	-5.40	133.51	161.35	143.01	157.22	286.14	319.21
56	-5.50	137.05	165.56	147.05	161.53	299.28	333.58
57	-5.60	140.63	169.81	151.15	165.89	312.78	348.35
58	-5.70	144.25	174.12	155.29	170.30	326.66	363.52
59	-5.80	147.91	178.47	159.49	174.76	340.93	379.09
60	-5.90	151.61	182.87	163.74	179.27	355.58	395.08
61	-6.00	155.36	187.31	168.04	183.83	370.62	411.47

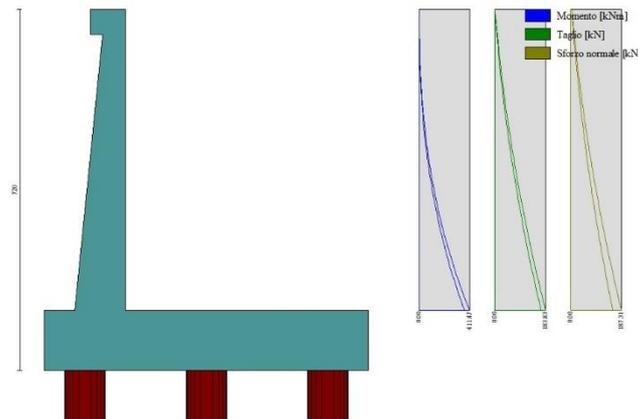


Fig. 25 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.14	0.04	0.05
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.29	0.17	0.19
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.43	0.38	0.43



Fig. 26 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.54	-0.11	-0.17	0.33	8.51	MAX
	0.54	-0.11	-0.17	0.33	8.51	MIN
2	0.34	0.14	-0.03	0.23	8.93	MAX
	0.34	0.14	-0.03	0.23	8.93	MIN
3	-1.59	-5.32	-0.06	0.00	8.93	MAX
	-1.59	-5.32	-0.06	0.00	8.93	MIN
4	-1.62	-5.41	-0.25	0.00	8.51	MAX
	-1.62	-5.41	-0.25	0.00	8.51	MIN
5	0.13	0.03	0.00	0.00	8.88	MAX
	0.13	0.03	0.00	0.00	8.88	MIN
6	-1.60	-5.34	0.00	0.00	8.88	MAX
	-1.60	-5.34	0.00	0.00	8.88	MIN
7	-117.93	-393.10	24.57	0.00	-112.62	MAX
	-252.44	-841.46	5.86	0.00	-285.29	MIN
8	-118.51	-395.04	74.98	0.00	-76.44	MAX
	-242.82	-809.39	29.36	0.00	-141.96	MIN
9	-118.51	-395.04	74.98	0.00	-76.44	MAX
	-242.82	-809.39	29.36	0.00	-141.96	MIN
10	-118.33	-394.43	0.00	0.00	-133.89	MAX
	-256.89	-856.31	0.00	0.00	-319.77	MIN
11	0.34	0.14	0.03	-0.23	8.93	MAX
	0.34	0.14	0.03	-0.23	8.93	MIN
12	-1.59	-5.32	0.06	0.00	8.93	MAX
	-1.59	-5.32	0.06	0.00	8.93	MIN
13	-117.93	-393.10	-5.86	0.00	-112.62	MAX
	-252.44	-841.46	-24.57	0.00	-285.29	MIN
14	-51.02	-309.56	2.72	50.48	-86.20	MAX
	-61.83	-606.04	-7.48	27.10	-242.30	MIN
15	16.09	-304.01	13.98	87.04	-91.09	MAX
	6.72	-608.14	-0.40	60.22	-185.14	MIN
16	-51.34	-244.29	0.00	0.00	67.41	MAX
	-85.81	-557.24	0.00	0.00	-131.94	MIN
17	-51.02	-309.56	7.48	-27.10	-86.20	MAX
	-61.83	-606.04	-2.72	-50.48	-242.30	MIN
18	0.54	-0.11	0.17	-0.33	8.51	MAX
	0.54	-0.11	0.17	-0.33	8.51	MIN
19	-1.62	-5.41	0.25	0.00	8.51	MAX
	-1.62	-5.41	0.25	0.00	8.51	MIN
20	-118.51	-395.04	-29.36	0.00	-76.44	MAX
	-242.82	-809.39	-74.98	0.00	-141.96	MIN
21	16.09	-304.01	0.40	-60.22	-91.09	MAX
	6.72	-608.14	-13.98	-87.04	-185.14	MIN
22	-3.12	-262.86	-3.13	257.58	-104.05	MAX
	-8.05	-460.01	-4.91	210.49	-216.02	MIN
23	13.26	-235.06	-8.43	72.26	-129.20	MAX
	6.05	-438.08	-15.55	61.68	-254.88	MIN
24	-226.17	-470.85	0.00	0.00	-103.93	MAX
	-275.91	-620.32	0.00	0.00	-219.27	MIN
25	-3.12	-262.86	4.91	-210.49	-104.05	MAX
	-8.05	-460.01	3.13	-257.58	-216.02	MIN
26	13.26	-235.06	15.55	-61.68	-129.20	MAX
	6.05	-438.08	8.43	-72.26	-254.88	MIN
27	-28.90	-140.20	5.71	7.72	-126.99	MAX
	-38.41	-261.77	0.00	5.15	-204.72	MIN
28	-2.21	-137.11	-0.54	32.36	-140.01	MAX
	-4.96	-258.30	-9.06	25.20	-257.15	MIN
29	-16.39	-72.37	0.00	0.00	-285.18	MAX
	-23.67	-207.52	0.00	0.00	-327.74	MIN
30	-28.90	-140.20	0.00	-5.15	-126.99	MAX

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	-38.41	-261.77	-5.71	-7.72	-204.72	MIN
31	-2.21	-137.11	9.06	-25.20	-140.01	MAX
	-4.96	-258.30	0.54	-32.36	-257.15	MIN
32	-9.38	-44.48	-6.51	4.73	-62.34	MAX
	-20.93	-103.50	-7.84	0.50	-126.64	MIN
33	-3.62	-50.09	-8.89	15.63	-96.95	MAX
	-5.96	-109.35	-13.22	5.87	-185.84	MIN
34	-4.52	-7.63	0.00	0.00	36.08	MAX
	-14.64	-81.77	0.00	0.00	-60.68	MIN
35	-9.38	-44.48	7.84	-0.50	-62.34	MAX
	-20.93	-103.50	6.51	-4.73	-126.64	MIN
36	-3.62	-50.09	13.22	-5.87	-96.95	MAX
	-5.96	-109.35	8.89	-15.63	-185.84	MIN
37	6.71	-23.39	-2.71	141.76	-15.36	MAX
	2.73	-34.11	-3.97	83.67	-52.36	MIN
38	9.57	-8.70	-3.55	39.11	-47.37	MAX
	8.17	-24.09	-6.42	20.34	-95.48	MIN
39	-83.33	-108.86	0.00	0.00	-15.31	MAX
	-147.90	-143.77	0.00	0.00	-50.30	MIN
40	6.71	-23.39	3.97	-83.67	-15.36	MAX
	2.73	-34.11	2.71	-141.76	-52.36	MIN
41	9.57	-8.70	6.42	-20.34	-47.37	MAX
	8.17	-24.09	3.55	-39.11	-95.48	MIN
42	-19.93	-15.74	4.76	-2.01	-11.69	MAX
	-40.12	-23.25	2.02	-6.18	-28.15	MIN
43	-0.03	3.06	2.31	25.51	-28.20	MAX
	-2.54	1.92	-0.60	9.65	-52.17	MIN
44	-5.49	40.29	0.00	0.00	-140.29	MAX
	-21.03	22.27	0.00	0.00	-196.56	MIN
45	-19.93	-15.74	-2.02	6.18	-11.69	MAX
	-40.12	-23.25	-4.76	2.01	-28.15	MIN
46	-0.03	3.06	0.60	-9.65	-28.20	MAX
	-2.54	1.92	-2.31	-25.51	-52.17	MIN

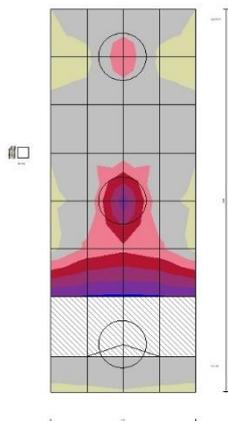


Fig. 27 - Piastra fondazione - Momento M_{xMAX} (Combinazione n° 2)

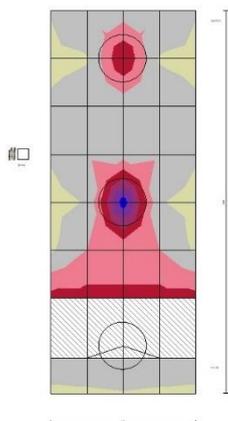


Fig. 28 - Piastra fondazione - Momento M_{xMIN} (Combinazione n° 1)

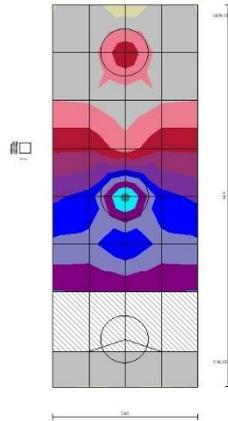


Fig. 29 - Piastra fondazione - Momento M_{yMAX} (Combinazione n° 1)

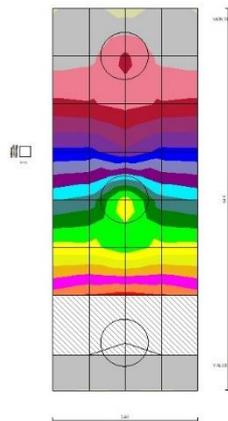


Fig. 30 - Piastra fondazione - Momento M_{yMIN} (Combinazione n° 2)

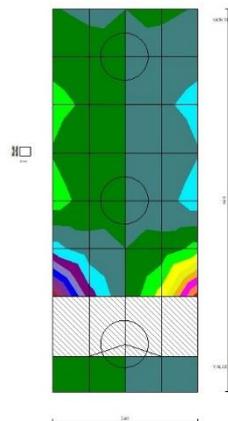


Fig. 31 - Piastra fondazione - Momento M_{xy} (Combinazione n° 2)

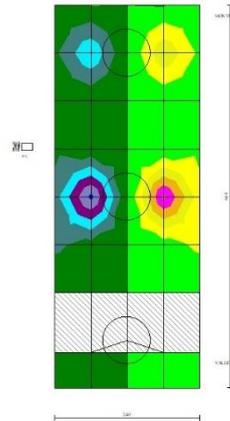


Fig. 32 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

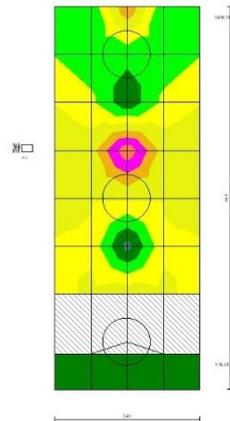


Fig. 33 - Piastra fondazione - Taglio Ty_{MAX} (Combinazione n° 1)

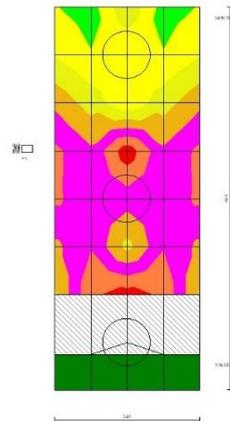


Fig. 34 - Piastra fondazione - Taglio Ty_{MIN} (Combinazione n° 2)

10.6.3 Condizione eccezionale d'urto

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precomp	24.5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
4	C25/30	C25/30	Precomp	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [kPa]	f _{uk} [kPa]
B450C	450000	540000
Precomp	1569089	1863293

Tipologie pali

Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
1	palo D800	Laterale + Punta	Trivellato	Cerniera	4	NO	SI	10000.00	10000.00

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	15.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	2.40	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	6.00	[m]
Altezza paramento libero	4.50	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.00	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.70	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<u>Mensola di marciapiede</u>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C32/40	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	4.80	[m]
Lunghezza totale	6.40	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.20	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

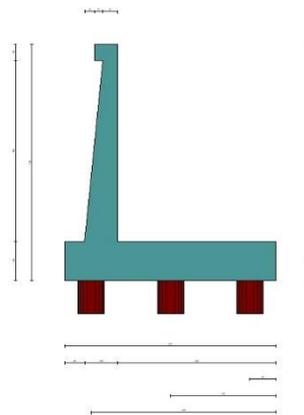


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione pali di fondazione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
α	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	palo D800	0.80	3.00	0.20	1	80.00	16.00	0.00	Centrati
2	palo D800	3.20	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati
3	palo D800	5.60	2.40	0.50	1	80.00	16.00	0.00	Centrati

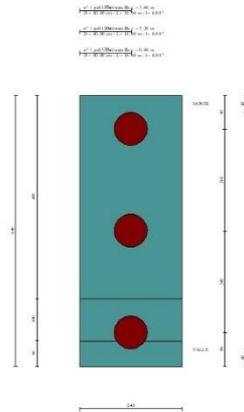


Fig. 2 - Pianta pali

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	c_a [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]	
1	rilevato stradale	20.0000	20.0000	35.000	23.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	23.333	0	0			(MIN)
				35.000	23.333	0	0			(MED)
2	AL- argilla limosa	19.0000	19.0000	27.000	27.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				27.000	27.000	0	0			(MIN)
				27.000	27.000	0	0			(MED)
3	GS-ghiaia sabbiosa	19.0000	19.0000	35.000	35.000	0	0	1.000	0	(CAR)
				35.000	35.000	0	0			(MIN)
				35.000	35.000	0	0			(MED)

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	7.20	0.000	rilevato stradale	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	---	---
2	20.00	0.000	GS-ghiaia sabbiosa	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	---	---

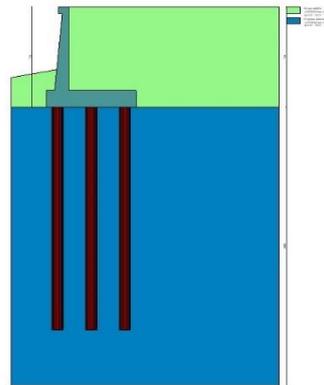


Fig. 3 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _r	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN]
Q _r	Intensità del carico per x=X _r espressa in [kN]

Condizione n° 1 (pavimentazione stradale) - PERMANENTE NS

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	12.00	4.8000	4.8000

Condizione n° 2 (urto) - ECCEZIONALE

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Concentrato	Paramento	-0.40; 0.00	26.5100	0.0000	26.5100				

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.00	1.00	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.00	1.00	1.00

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Peso nell'unità di volume	γ_v	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.00	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.00	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.00	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.00	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	γ_s	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	γ_t	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	γ_{st}	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	γ_t	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$ $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili, per i valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.00	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
pavimentazione stradale	1.30	--	Sfavorevole
urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Poggio San Lorenzo
Provincia	Rieti
Regione	Lazio
Latitudine	42.252955
Longitudine	12.845236
Indice punti di interpolazione	26963 - 26964 - 26742 - 26741

Vita nominale 50 anni
 Classe d'uso IV
 Tipo costruzione Normali affollamenti
 Vita di riferimento 100 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		1.984	0.905
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.202	0.092
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.480	2.437
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.336	0.296
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.199	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	1.000	24.248	12.124
Ultimo - Ribaltamento	1.000	24.248	12.124
Esercizio	1.000	11.073	5.537

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale
 Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta Culmann
 Tipo di spinta Spinta a riposo
 Terreno a bassa permeabilità NO
 Superficie di spinta limitata NO

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante 0.00
 Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione 50.00
 Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni SI
 Considera terreno sulla fondazione di valle NO
 Considera spinta e peso acqua fondazione di valle NO

Spostamenti

Modello a blocchi
 Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti
 Spostamento limite 20.00 [cm]

Opzioni calcolo pali

Portanza verticale

Metodo di calcolo della portanza alla punta Berezantzev
 Metodo di calcolo della portanza alla laterale Integrazione delle tensioni tangenziali ($k_s \sigma_v \tan(\delta) + c_a$)
 Correzione angolo di attrito in funzione del tipo di palo (infilato/trivellato) Attiva
 Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza alla punta σ_v con la profondità Pressione geostatica
 Andamento pressione verticale nel calcolo della portanza laterale Pressione geostatica

Portanza trasversale

Costante di Winkler: costante pari a 100.00 [Kg/cm²/cm] Criterio rottura palo-terreno
 - Spostamento limite Non attivo
 - Pressione limite Pressione passiva con moltiplicatore M=3.00
 - Palo infinitamente elastico Attivo

Cedimenti

Metodo di calcolo Metodo agli elementi finiti
 Spostamento limite alla punta 1.00 [cm]
 Spostamento limite laterale 0.50 [cm]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	207.82	23.33	190.83	82.30	4.80	-4.33
	Peso/Inerzia muro			0.00	294.52/0.00	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	599.04/0.00	2.40	-3.00
	Risultante forze sul muro			26.51	0.00	--	--
	Resistenza pali			-4179.36			

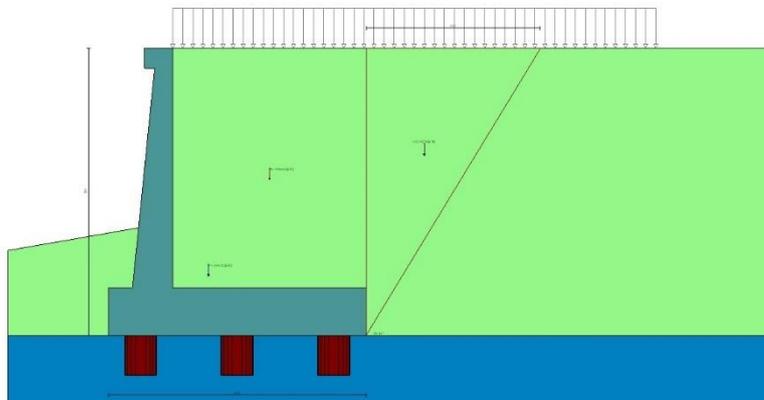


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

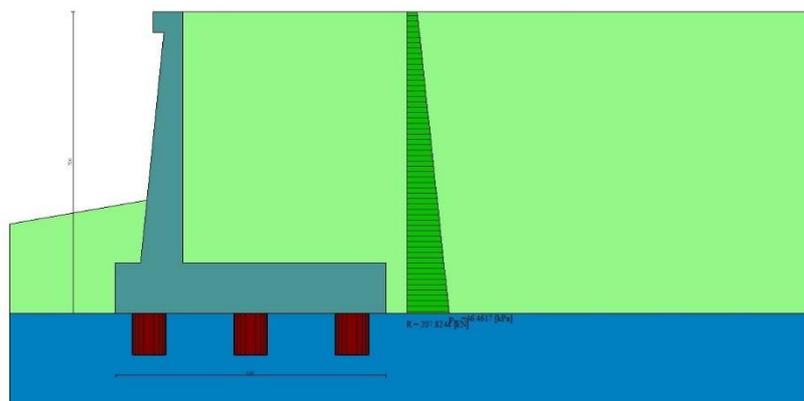


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	975.86	217.34	764.78	3654.28	0.238
2 - GEO (A2-M2-R2)	983.78	219.67	773.15	3688.35	0.236

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	664.61	0.00	-173.86
	2	780.69	0.00	-173.86
	3	896.77	0.00	-173.86

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		19.229					
2 - GEO (A2-M2-R2)					4.470		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	14.96	4.470

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

M _x , M _y	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M _{xy}	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T _x , T _y	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	3.07	26.51	26.89
2	-0.10	4.45	27.41	29.51

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
3	-0.20	5.87	28.36	32.20
4	-0.30	7.34	29.35	34.98
5	-0.40	8.86	30.39	37.84
6	-0.50	10.42	31.47	40.80
7	-0.60	12.02	32.60	43.85
8	-0.70	13.66	33.77	47.00
9	-0.80	15.35	34.99	50.26
10	-0.90	17.08	36.25	53.62
11	-1.00	18.86	37.56	57.10
12	-1.10	20.68	38.91	60.69
13	-1.20	22.55	40.30	64.40
14	-1.30	24.45	41.75	68.24
15	-1.40	26.41	43.23	72.21
16	-1.50	28.40	44.76	76.30
17	-1.60	30.44	46.34	80.54
18	-1.70	32.52	47.96	84.91
19	-1.80	34.65	49.63	89.43
20	-1.90	36.82	51.34	94.10
21	-2.00	39.04	53.09	98.92
22	-2.10	41.30	54.89	103.90
23	-2.20	43.60	56.74	109.04
24	-2.30	45.95	58.63	114.35
25	-2.40	48.34	60.56	119.82
26	-2.50	50.77	62.54	125.47
27	-2.60	53.25	64.57	131.30
28	-2.70	55.77	66.64	137.30
29	-2.80	58.33	68.75	143.49
30	-2.90	60.94	70.91	149.88
31	-3.00	63.60	73.11	156.45
32	-3.10	66.29	75.36	163.22
33	-3.20	69.04	77.66	170.20
34	-3.30	71.82	79.99	177.38
35	-3.40	74.65	82.38	184.77
36	-3.50	77.52	84.81	192.37
37	-3.60	80.44	87.28	200.20
38	-3.70	83.40	89.80	208.24
39	-3.80	86.40	92.36	216.51
40	-3.90	89.45	94.97	225.01
41	-4.00	92.54	97.62	233.75
42	-4.10	95.68	100.32	242.73
43	-4.20	98.86	103.06	251.94
44	-4.30	102.08	105.85	261.41
45	-4.40	105.34	108.68	271.12
46	-4.50	108.66	111.56	281.09
47	-4.60	112.01	114.48	291.32
48	-4.70	115.41	117.45	301.81
49	-4.80	118.85	120.46	312.57
50	-4.90	122.34	123.52	323.60
51	-5.00	125.87	126.62	334.90
52	-5.10	129.44	129.77	346.49
53	-5.20	133.06	132.96	358.35
54	-5.30	136.72	136.20	370.51
55	-5.40	140.42	139.48	382.96
56	-5.50	144.17	142.81	395.70
57	-5.60	147.97	146.18	408.74
58	-5.70	151.80	149.59	422.08
59	-5.80	155.68	153.05	435.74
60	-5.90	159.61	156.56	449.70
61	-6.00	163.58	160.11	463.98

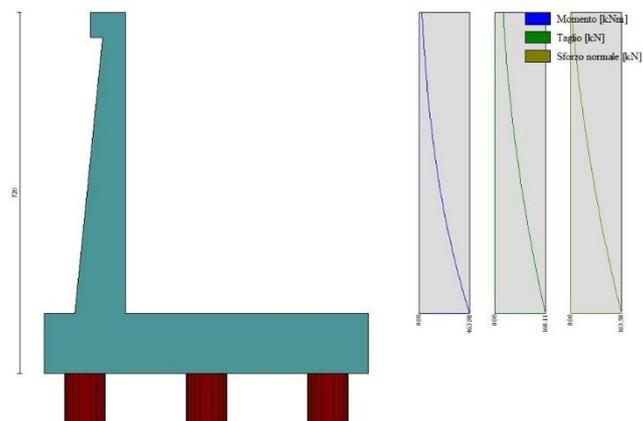


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

Mensola valle

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	1.02	0.04
3	-0.53	0.00	2.04	0.17
4	-0.45	0.00	3.07	0.38



Fig. 7 - Mensola valle (Inviluppo)

Piastra fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
1	0.44	-0.24	-0.28	0.07	8.58
2	0.74	0.19	-0.08	0.21	9.44
3	-1.71	-5.70	-0.13	0.00	9.44
4	-1.67	-5.55	-0.32	0.00	8.58
5	0.26	0.10	-0.13	0.31	8.60
6	-1.61	-5.36	0.63	0.00	8.75
7	-48.92	-163.08	-4.06	0.00	-74.28
8	-54.00	-180.00	3.00	0.00	-96.89
9	-54.00	-180.00	3.00	0.00	-96.89
10	-47.14	-157.12	0.00	0.00	-84.35
11	0.00	0.22	0.05	-0.18	8.59
12	-1.47	-4.91	0.06	0.00	8.59
13	-48.92	-163.08	4.06	0.00	-74.28
14	-35.92	-113.82	-11.31	12.95	-46.74
15	3.25	-105.75	-8.24	38.49	-85.38
16	-27.02	-54.58	0.00	0.00	95.63
17	-35.92	-113.82	11.31	-12.95	-46.74
18	0.57	-0.09	0.06	-0.63	8.35
19	-1.59	-5.30	0.23	0.00	8.35
20	-54.00	-180.00	-3.00	0.00	-96.89
21	3.25	-105.75	8.24	-38.49	-85.38
22	1.14	-92.97	-2.79	225.46	-54.08
23	14.17	-68.20	-5.72	61.20	-77.10
24	-239.80	-279.57	0.00	0.00	-51.53
25	1.14	-92.97	2.79	-225.46	-54.08
26	14.17	-68.20	5.72	-61.20	-77.10
27	-34.00	-20.13	5.88	6.83	-61.01
28	-6.02	-20.52	2.37	27.55	-62.10
29	-21.53	39.66	0.00	0.00	-203.69
30	-34.00	-20.13	-5.88	-6.83	-61.01
31	-6.02	-20.52	-2.37	-27.55	-62.10
32	-29.73	10.01	-7.21	6.86	1.55
33	-5.90	8.03	-6.74	23.95	-23.63
34	-20.10	61.38	0.00	0.00	130.81
35	-29.73	10.01	7.21	-6.86	1.55
36	-5.90	8.03	6.74	-23.95	-23.63
37	-0.18	-13.35	-1.96	197.49	20.16
38	11.02	5.78	-1.39	56.27	-5.20
39	-209.52	-178.89	0.00	0.00	19.53
40	-0.18	-13.35	1.96	-197.49	20.16

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
41	11.02	5.78	1.39	-56.27	-5.20
42	-59.30	-30.69	7.28	1.50	4.17
43	-4.74	1.11	4.98	40.40	-7.02
44	-35.39	57.50	0.00	0.00	-251.27
45	-59.30	-30.69	-7.28	-1.50	4.17
46	-4.74	1.11	-4.98	-40.40	-7.02

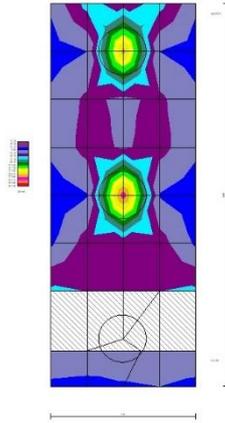


Fig. 8 - Piastra fondazione - Momenti Mx (Combinazione n° 1)

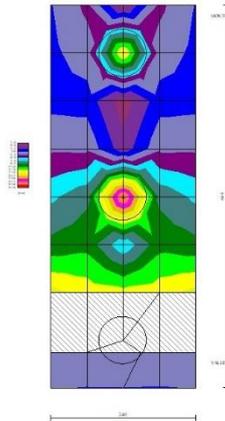


Fig. 9 - Piastra fondazione - Momenti My (Combinazione n° 1)

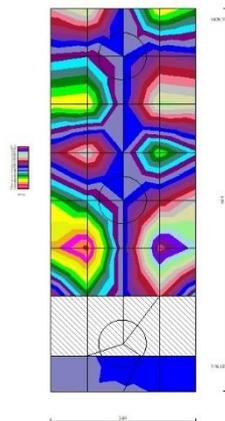


Fig. 10 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 1)

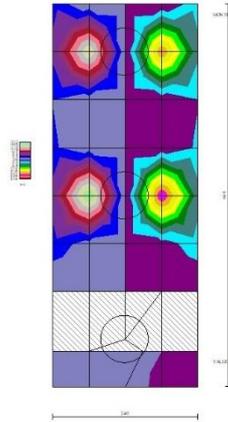


Fig. 11 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

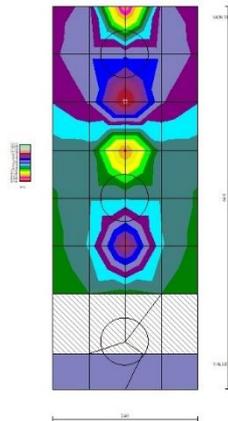


Fig. 12 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 1)

Risultati per involucro

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	207.82	23.33	190.83	82.30	4.80	-4.33
	Peso/Inerzia muro			0.00	294.52/0.00	0.89	-5.42
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	599.04/0.00	2.40	-3.00
	Risultante forze sul muro			26.51	0.00	--	--
	Resistenza pali			-4179.36			

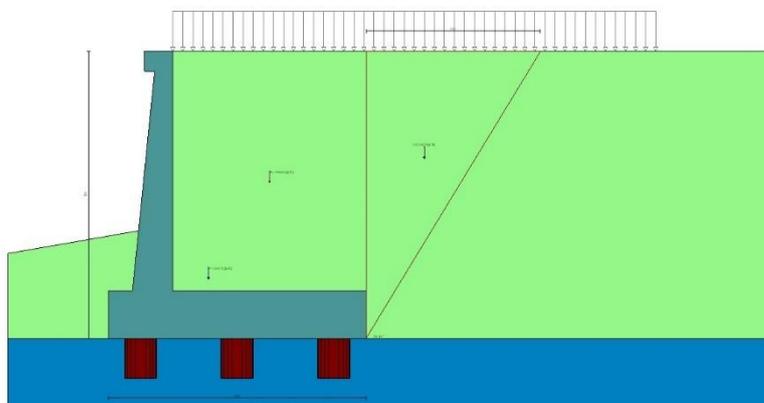


Fig. 16 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

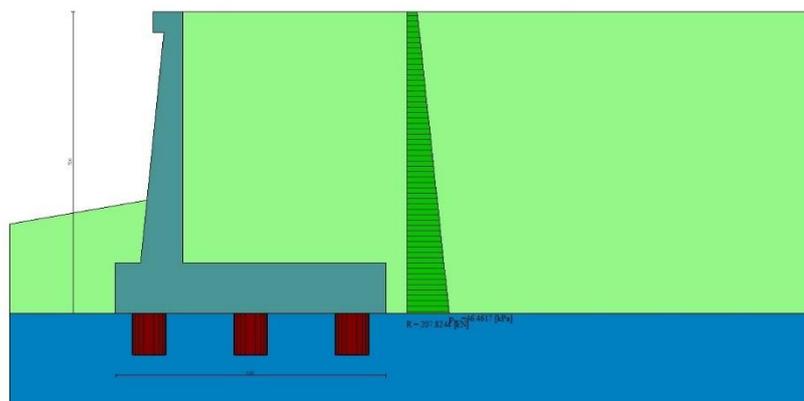


Fig. 17 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M _r [kNm]	M _s [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	975.86	217.34	764.78	3654.28	0.238
2 - GEO (A2-M2-R2)	983.78	219.67	773.15	3688.35	0.236

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	664.61	0.00	-173.86
	2	780.69	0.00	-173.86
	3	896.77	0.00	-173.86

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		19.229					
2 - GEO (A2-M2-R2)					4.470		

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
2 - GEO (A2-M2-R2)	-4.50; 4.50	14.96	4.470

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

M _x , M _y	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M _{xy}	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T _x , T _y	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0.00	3.07	3.07	26.51	26.51	26.89	26.89
2	-0.10	4.45	4.45	27.41	27.41	29.51	29.51
3	-0.20	5.87	5.87	28.36	28.36	32.20	32.20
4	-0.30	7.34	7.34	29.35	29.35	34.98	34.98

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
5	-0.40	8.86	8.86	30.39	30.39	37.84	37.84
6	-0.50	10.42	10.42	31.47	31.47	40.80	40.80
7	-0.60	12.02	12.02	32.60	32.60	43.85	43.85
8	-0.70	13.66	13.66	33.77	33.77	47.00	47.00
9	-0.80	15.35	15.35	34.99	34.99	50.26	50.26
10	-0.90	17.08	17.08	36.25	36.25	53.62	53.62
11	-1.00	18.86	18.86	37.56	37.56	57.10	57.10
12	-1.10	20.68	20.68	38.91	38.91	60.69	60.69
13	-1.20	22.55	22.55	40.30	40.30	64.40	64.40
14	-1.30	24.45	24.45	41.75	41.75	68.24	68.24
15	-1.40	26.41	26.41	43.23	43.23	72.21	72.21
16	-1.50	28.40	28.40	44.76	44.76	76.30	76.30
17	-1.60	30.44	30.44	46.34	46.34	80.54	80.54
18	-1.70	32.52	32.52	47.96	47.96	84.91	84.91
19	-1.80	34.65	34.65	49.63	49.63	89.43	89.43
20	-1.90	36.82	36.82	51.34	51.34	94.10	94.10
21	-2.00	39.04	39.04	53.09	53.09	98.92	98.92
22	-2.10	41.30	41.30	54.89	54.89	103.90	103.90
23	-2.20	43.60	43.60	56.74	56.74	109.04	109.04
24	-2.30	45.95	45.95	58.63	58.63	114.35	114.35
25	-2.40	48.34	48.34	60.56	60.56	119.82	119.82
26	-2.50	50.77	50.77	62.54	62.54	125.47	125.47
27	-2.60	53.25	53.25	64.57	64.57	131.30	131.30
28	-2.70	55.77	55.77	66.64	66.64	137.30	137.30
29	-2.80	58.33	58.33	68.75	68.75	143.49	143.49
30	-2.90	60.94	60.94	70.91	70.91	149.88	149.88
31	-3.00	63.60	63.60	73.11	73.11	156.45	156.45
32	-3.10	66.29	66.29	75.36	75.36	163.22	163.22
33	-3.20	69.04	69.04	77.66	77.66	170.20	170.20
34	-3.30	71.82	71.82	79.99	79.99	177.38	177.38
35	-3.40	74.65	74.65	82.38	82.38	184.77	184.77
36	-3.50	77.52	77.52	84.81	84.81	192.37	192.37
37	-3.60	80.44	80.44	87.28	87.28	200.20	200.20
38	-3.70	83.40	83.40	89.80	89.80	208.24	208.24
39	-3.80	86.40	86.40	92.36	92.36	216.51	216.51
40	-3.90	89.45	89.45	94.97	94.97	225.01	225.01
41	-4.00	92.54	92.54	97.62	97.62	233.75	233.75
42	-4.10	95.68	95.68	100.32	100.32	242.73	242.73
43	-4.20	98.86	98.86	103.06	103.06	251.94	251.94
44	-4.30	102.08	102.08	105.85	105.85	261.41	261.41
45	-4.40	105.34	105.34	108.68	108.68	271.12	271.12
46	-4.50	108.66	108.66	111.56	111.56	281.09	281.09
47	-4.60	112.01	112.01	114.48	114.48	291.32	291.32
48	-4.70	115.41	115.41	117.45	117.45	301.81	301.81
49	-4.80	118.85	118.85	120.46	120.46	312.57	312.57
50	-4.90	122.34	122.34	123.52	123.52	323.60	323.60
51	-5.00	125.87	125.87	126.62	126.62	334.90	334.90
52	-5.10	129.44	129.44	129.77	129.77	346.49	346.49
53	-5.20	133.06	133.06	132.96	132.96	358.35	358.35
54	-5.30	136.72	136.72	136.20	136.20	370.51	370.51
55	-5.40	140.42	140.42	139.48	139.48	382.96	382.96
56	-5.50	144.17	144.17	142.81	142.81	395.70	395.70
57	-5.60	147.97	147.97	146.18	146.18	408.74	408.74
58	-5.70	151.80	151.80	149.59	149.59	422.08	422.08
59	-5.80	155.68	155.68	153.05	153.05	435.74	435.74
60	-5.90	159.61	159.61	156.56	156.56	449.70	449.70
61	-6.00	163.58	163.58	160.11	160.11	463.98	463.98

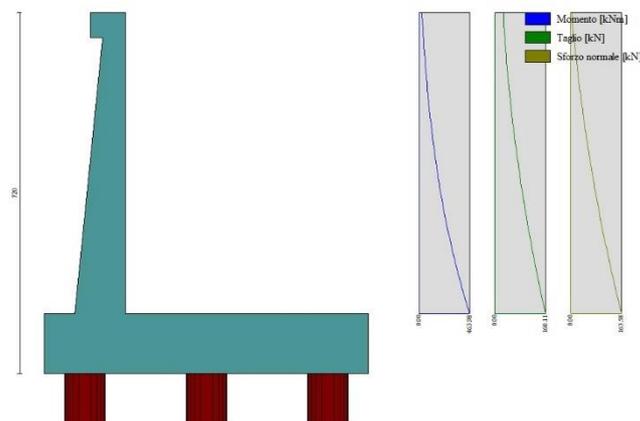


Fig. 18 - Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.62	0.00	0.00	1.02	1.02	0.04	0.04
3	-0.53	0.00	0.00	2.04	2.04	0.17	0.17
4	-0.45	0.00	0.00	3.07	3.07	0.38	0.38



Fig. 19 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1	0.44	-0.24	-0.28	0.07	8.58	MAX
	0.44	-0.24	-0.28	0.07	8.58	MIN
2	0.74	0.19	-0.08	0.21	9.44	MAX
	0.74	0.19	-0.08	0.21	9.44	MIN
3	-1.71	-5.70	-0.13	0.00	9.44	MAX
	-1.71	-5.70	-0.13	0.00	9.44	MIN
4	-1.67	-5.55	-0.32	0.00	8.58	MAX
	-1.67	-5.55	-0.32	0.00	8.58	MIN
5	0.26	0.10	-0.13	0.31	8.60	MAX
	0.26	0.10	-0.13	0.31	8.60	MIN
6	-1.61	-5.36	0.63	0.00	8.75	MAX
	-1.61	-5.36	0.63	0.00	8.75	MIN
7	-48.92	-163.08	-4.06	0.00	-74.28	MAX
	-48.92	-163.08	-4.06	0.00	-74.28	MIN
8	-54.00	-180.00	3.00	0.00	-96.89	MAX
	-54.00	-180.00	3.00	0.00	-96.89	MIN
9	-54.00	-180.00	3.00	0.00	-96.89	MAX
	-54.00	-180.00	3.00	0.00	-96.89	MIN
10	-47.14	-157.12	0.00	0.00	-84.35	MAX
	-47.14	-157.12	0.00	0.00	-84.35	MIN
11	0.00	0.22	0.05	-0.18	8.59	MAX
	0.00	0.22	0.05	-0.18	8.59	MIN
12	-1.47	-4.91	0.06	0.00	8.59	MAX
	-1.47	-4.91	0.06	0.00	8.59	MIN
13	-48.92	-163.08	4.06	0.00	-74.28	MAX
	-48.92	-163.08	4.06	0.00	-74.28	MIN
14	-35.92	-113.82	-11.31	12.95	-46.74	MAX
	-35.92	-113.82	-11.31	12.95	-46.74	MIN
15	3.25	-105.75	-8.24	38.49	-85.38	MAX
	3.25	-105.75	-8.24	38.49	-85.38	MIN
16	-27.02	-54.58	0.00	0.00	95.63	MAX
	-27.02	-54.58	0.00	0.00	95.63	MIN
17	-35.92	-113.82	11.31	-12.95	-46.74	MAX
	-35.92	-113.82	11.31	-12.95	-46.74	MIN
18	0.57	-0.09	0.06	-0.63	8.35	MAX
	0.57	-0.09	0.06	-0.63	8.35	MIN
19	-1.59	-5.30	0.23	0.00	8.35	MAX
	-1.59	-5.30	0.23	0.00	8.35	MIN
20	-54.00	-180.00	-3.00	0.00	-96.89	MAX
	-54.00	-180.00	-3.00	0.00	-96.89	MIN
21	3.25	-105.75	8.24	-38.49	-85.38	MAX
	3.25	-105.75	8.24	-38.49	-85.38	MIN
22	1.14	-92.97	-2.79	225.46	-54.08	MAX
	1.14	-92.97	-2.79	225.46	-54.08	MIN
23	14.17	-68.20	-5.72	61.20	-77.10	MAX
	14.17	-68.20	-5.72	61.20	-77.10	MIN
24	-239.80	-279.57	0.00	0.00	-51.53	MAX
	-239.80	-279.57	0.00	0.00	-51.53	MIN
25	1.14	-92.97	2.79	-225.46	-54.08	MAX

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
	1.14	-92.97	2.79	-225.46	-54.08	MIN
26	14.17	-68.20	5.72	-61.20	-77.10	MAX
	14.17	-68.20	5.72	-61.20	-77.10	MIN
27	-34.00	-20.13	5.88	6.83	-61.01	MAX
	-34.00	-20.13	5.88	6.83	-61.01	MIN
28	-6.02	-20.52	2.37	27.55	-62.10	MAX
	-6.02	-20.52	2.37	27.55	-62.10	MIN
29	-21.53	39.66	0.00	0.00	-203.69	MAX
	-21.53	39.66	0.00	0.00	-203.69	MIN
30	-34.00	-20.13	-5.88	-6.83	-61.01	MAX
	-34.00	-20.13	-5.88	-6.83	-61.01	MIN
31	-6.02	-20.52	-2.37	-27.55	-62.10	MAX
	-6.02	-20.52	-2.37	-27.55	-62.10	MIN
32	-29.73	10.01	-7.21	6.86	1.55	MAX
	-29.73	10.01	-7.21	6.86	1.55	MIN
33	-5.90	8.03	-6.74	23.95	-23.63	MAX
	-5.90	8.03	-6.74	23.95	-23.63	MIN
34	-20.10	61.38	0.00	0.00	130.81	MAX
	-20.10	61.38	0.00	0.00	130.81	MIN
35	-29.73	10.01	7.21	-6.86	1.55	MAX
	-29.73	10.01	7.21	-6.86	1.55	MIN
36	-5.90	8.03	6.74	-23.95	-23.63	MAX
	-5.90	8.03	6.74	-23.95	-23.63	MIN
37	-0.18	-13.35	-1.96	197.49	20.16	MAX
	-0.18	-13.35	-1.96	197.49	20.16	MIN
38	11.02	5.78	-1.39	56.27	-5.20	MAX
	11.02	5.78	-1.39	56.27	-5.20	MIN
39	-209.52	-178.89	0.00	0.00	19.53	MAX
	-209.52	-178.89	0.00	0.00	19.53	MIN
40	-0.18	-13.35	1.96	-197.49	20.16	MAX
	-0.18	-13.35	1.96	-197.49	20.16	MIN
41	11.02	5.78	1.39	-56.27	-5.20	MAX
	11.02	5.78	1.39	-56.27	-5.20	MIN
42	-59.30	-30.69	7.28	1.50	4.17	MAX
	-59.30	-30.69	7.28	1.50	4.17	MIN
43	-4.74	1.11	4.98	40.40	-7.02	MAX
	-4.74	1.11	4.98	40.40	-7.02	MIN
44	-35.39	57.50	0.00	0.00	-251.27	MAX
	-35.39	57.50	0.00	0.00	-251.27	MIN
45	-59.30	-30.69	-7.28	-1.50	4.17	MAX
	-59.30	-30.69	-7.28	-1.50	4.17	MIN
46	-4.74	1.11	-4.98	-40.40	-7.02	MAX
	-4.74	1.11	-4.98	-40.40	-7.02	MIN

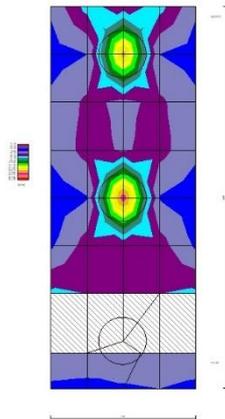


Fig. 20 - Piastra fondazione - Momento Mx (Combinazione n° 1)

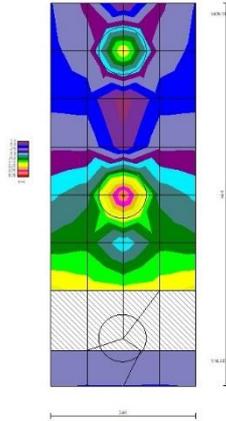


Fig. 21 - Piastra fondazione - Momento My (Combinazione n° 1)

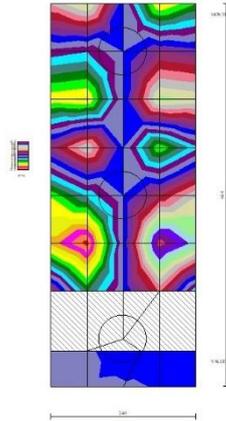


Fig. 22 - Piastra fondazione - Momento Mxy (Combinazione n° 1)

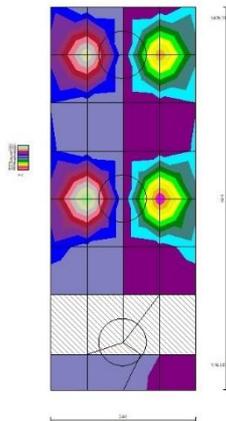


Fig. 23 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 1)

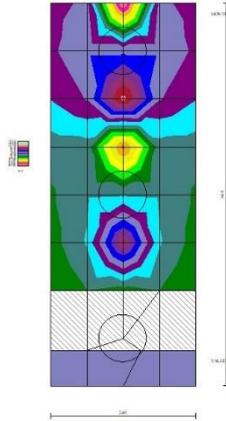


Fig. 24 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 1)